

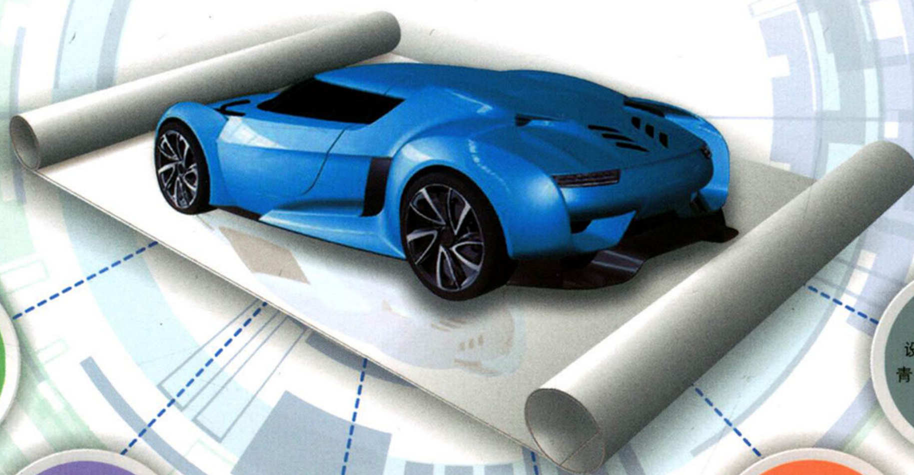





操作技能 + 行业应用 + 设计思路 + 产品分析 + 免费资源 + 互动教学

中文版 Creo 4.0 从入门到精通

黄建峰 等编著



行业覆盖
涵盖机械设计、模具设计、数控加工和产品设计等设计与制造领域

内容全面
从草图曲线绘制、建模到渲染、装配、制图等技术环节全流程收录

全程图解
收录大量二维图、三维图、产品轴测图、剖面图及流程图等设计图

技能提升
增加提示、知识链接、拓展训练、论坛精华帖及软件认证题等版块

互动教学
"点对点"的功能讲解、视频授课以及"一对一"的在线教育培训

产学结合
设计之门在线教育、青华模具学院等权威机构免费咨询及就业指导



扫码附赠

所有案例素材、模型、图纸和教学视频等实用资料，腾讯、网易等大型平台免费在线教育课程，以及海量设计资源，稍加改动即可应用于实际工作中。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

本书作者

黄建峰，工学博士，成都大学机械工程学院教授，成都盛世博文科技有限公司研发部高级工程师、主任设计师，设计之门教育机构Creo、ABAQUS培训师，CaTICs网络赛成都赛区大学团队领队。有着数十年工厂设计和教育培训经验，主要研究方向Creo/AutoCAD/SolidWorks及ABAQUS数值模拟。曾参与国家八五重点攻关项目、国家自然科学基金青年科学基金项目、中国人民解放军总装备部武器装备预研基金项目、四川省应用基础研究项目等大型科研活动。获授权发明专利1项、实用新型专利3项。

内容特色

本书所有案例均从实战出发，每个知识点配有上机操作及能力拓展训练。每章精选论坛网友的技术求助帖，针对问题加以技术分析并给出合理建议。考虑到软件认证考试的重要性，书中还提供了大量Creo认证题供读者练习参考。此外，读者还可以选择大型在线教育平台中作者团队提供的优质课程深入学习并互动交流：小到功能指令、界面介绍，大到案例及行业背景等均配有语音教学视频。

著名设计论坛技术支持



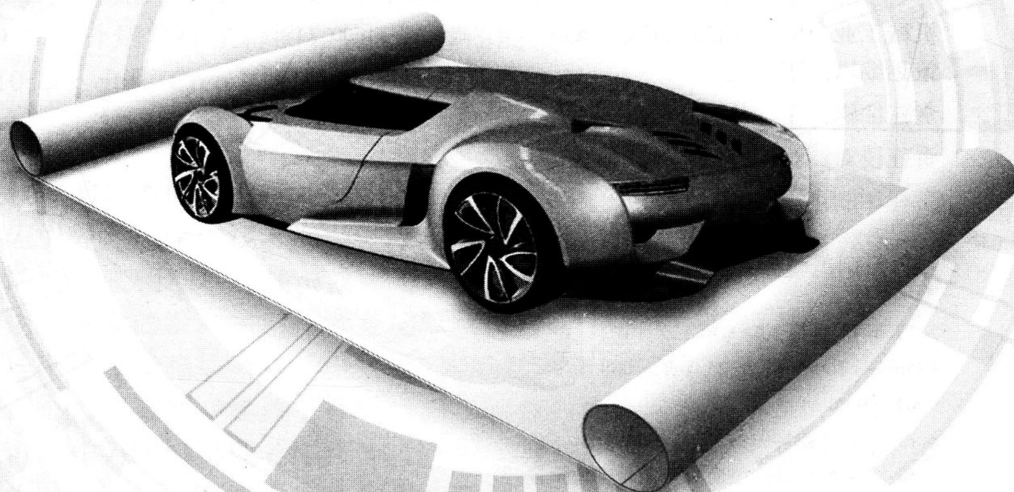
- 3D世界网http://www.creoug.com/
- UG网http://bbs.uggd.com/
- UG模具网http://www.ugmjd.com/
- 三维网http://www.3dportal.cn/discuz/portal.php

操作技能 + 行业应用 + 设计思路 + 产品分析 + 免费资源 + 互动教学

中文版 Creo 4.0 从入门到精通

黄建峰　等编著




机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

PTC Creo Parametric 4.0（简称 Creo 4.0）是 PTC 公司的标志性软件，该软件已成为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一，被广泛应用于电子、通信、机械、模具、汽车、自行车、航天、家电和玩具等各制造行业的产品设计。中文版 Creo 4.0 是该软件目前最新的中文版本。

本书以Creo Parametric 4.0 为设计工具，向读者详细讲解了 Creo 4.0 的常用设计功能，以及其他插件功能的应用，全书共 10 章，包括入门操作、草图绘制、实体建模、曲面造型、尺寸驱动建模、装配设计、机构仿真与动画设计、工程图设计，以及模型渲染等内容。

本书结构严谨、内容翔实、知识全面、可读性强，其中的设计实例实用性强、专业性强、步骤明确，是广大读者快速掌握中文版 Creo 4.0 的实用参考书，也可作为大中专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

图书在版编目（CIP）数据

中文版 Creo 4.0 从入门到精通/黄建峰等编著. —北京：机械工业出版社，2017.6

ISBN 978-7-111-57491-0

Ⅰ. ①中… Ⅱ. ①黄… Ⅲ. ①计算机辅助设计－应用软件 Ⅳ. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 176092 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
策划编辑：丁　伦
责任编辑：丁　伦
责任校对：张艳霞
责任印制：李　昂

三河市国英印务有限公司印刷

2017 年 11 月第 1 版 • 第 1 次印刷
185mm×260mm • 26.25 印张 • 688 千字
0001－3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-57491-0
定价：79.00 元（附赠海量资源，含教学视频）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：（010）88361066
读者购书热线：（010）68322694
（010）88379203

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
教育服务网：www.cmpedu.com
金　书　网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前　　言

Creo Parametric 4.0 是 PTC 公司的标志性软件，它是整合了 PTC 公司的 3 个软件技术：Pro/E 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术的新型 CAD/CAM/CAE 设计软件，它是 PTC 公司闪电计划所推出的第一个产品。自问世以来，由于其拥有的强大功能，现已成为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一，被广泛应用于电子、通信、机械、模具、汽车、自行车、航天、家电、玩具等各制造行业的产品设计。

本书内容

本书以 Creo Parametric 4.0 为设计工具，向读者详细讲解了 Creo 4.0 的常用设计功能，以及其他插件功能的应用，全书共 10 章。

- ❒ 第 1 章：介绍了 Creo 软件概况、操作技巧、界面设置、几何体创建和模型选取等内容。
- ❒ 第 2～5 章：讲解与零件设计和产品造型相关的功能指令。
- ❒ 第 6 章：介绍模型尺寸、2D 基准图形关系和参数建模等内容。
- ❒ 第 7 章：介绍装配模块、装配的约束设置、装配的设计修改和分解视图等内容。
- ❒ 第 8 章：介绍基于Creo 4.0 的机构运动仿真的工作流程和Mechanism模块 。
- ❒ 第 9 章：介绍零件工程图和装配工程图的设计。
- ❒ 第 10 章：介绍 Creo 的渲染辅助软件 KeyShot 6.0。

本书特色

本书从软件的基本应用及行业知识入手，以 Creo 4.0 软件的模块和插件程序的应用为主线，以实例为引导，按照由浅入深、循序渐进的方式，讲解了软件的新特性和操作方法。

本书中的所有案例均从实战出发，每章、每节都配有典型技术案例。各章中还列出了部分主流设计论坛网友的求助帖，作者会加以解析并给出合理的建议。

本书以一个指令或相似指令+案例的形式进行讲解，生动而不乏味，动静结合、相得益彰。书中包含上百个实战案例，涵盖了软件所应用的各行各业，其中不乏有专家点评。

本书既可以作为院校机械 CAD、模具设计、钣金设计、电气设计和产品设计等专业的教材，也可作为对制造行业有浓厚兴趣的读者的参考教程。

作者信息

本书由数字之门在线教育机构、青华模具学院等院校、企业及培训机构组编，成都大学黄建峰老师主编，参与编写及测试的人员还包括：黄成、张红霞、孙占臣、罗凯、刘金刚、王俊新、董文洋、张学颖、鞠成伟、杨春兰、刘永玉、金玮、陈旭、黄晓瑜、王全景、田婧、戚彬、马萌、赵光、张庆余、王岩、刘纪宝、任军、郝庆波、李勇、秦琳晶、吕英波、黄建峰、王晓丹、张雨滋等。

感谢广大读者选择本书，希望我们的努力能对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。



目　录

前言
第 1 章　Creo Parametric 4.0 基础入门……1
第 1 节　Creo 4.0 软件简介……2
一、Creo Parametric 4.0 界面环境……2
二、配置编辑器……6
上机操作——修改 config.pro 文件以完成配置……6
上机操作——启动 Creo 4.0 进行配置…7
第 2 节　入门基本操作……9
一、模型显示与视图控制……9
上机操作——定向视图操作……11
二、Creo 中几何对象的选取方法……13
第 3 节　入门基础训练……14
案例 1　创建基准点……15
案例 2　创建基准轴……16
案例 3　创建基准平面……18
案例 4　创建基准坐标系……22
第 4 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析……24
第 5 节　Creo 工程师认证试题……33
第 2 章　二维草图绘制……36
第 1 节　Creo 4.0 草绘环境……37
一、进入草绘环境的方式……37
二、草绘环境界面与设置……38
第 2 节　草绘环境中的几何图元……40
一、绘制图元……40
二、在已有图元上创建几何……45
三、图元的编辑……49
第 3 节　约束几何图元……51
一、尺寸约束……51
二、几何约束……53
第 4 节　草图综合训练……53
案例 1　绘制草图 1……56
案例 2　绘制草图 2……61
第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析……66
第 6 节　Creo 工程师认证试题……72
第 3 章　基础特征建模……75
第 1 节　特征建模概念……76
第 2 节　基于草图的特征建模方法……77
一、拉伸……77
上机操作——创建加厚几何……79
二、旋转……81
上机操作——创建偏心轮零件模型……82
三、扫描……84
上机操作——珠宝设计……84
四、螺旋扫描……87
上机操作——开瓶器设计……88
五、混合特征……91
上机操作——苹果造型……92
第 3 节　附加特征（工程特征）设计……95
一、倒圆角和倒角……95
二、孔设计……97
三、抽壳……99
四、拔模……100
五、加强筋设计……101
上机操作——机械零件设计……102
第 4 节　建模技法详解与训练……108
一、三维建模技法研究……108
案例 1　摇柄零件设计……111
第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析……116
第 6 节　Creo 工程师认证试题……121
第 4 章　高级特征建模……123
第 1 节　扭曲变形建模……124
一、环形折弯……124
上机操作——轮胎设计……126
二、骨架折弯……129
上机操作——风车骨架折弯设计……130
三、折弯实体……132
上机操作——创建折弯实体……132

第 2 节　特征变换 ……………………………… 133
一、特征阵列 ……………………………………134
上机操作——创建尺寸阵列 ………… 136
上机操作——创建方向阵列 ………… 139
上机操作——创建轴阵列 …………… 141
上机操作——创建填充阵列 ………… 143
上机操作——创建表阵列 …………… 144
二、镜像特征 …………………………………… 147
上机操作——创建镜像特征 ………… 148
三、复制与粘贴特征 ………………………… 148
第 3 节　柔性建模 ……………………………… 150
一、变换 ……………………………………………151
上机操作——按尺寸移动 …………… 151
上机操作——使用约束移动 ………… 153
上机操作——偏移变换 ……………… 155
上机操作——镜像几何变换 ………… 157
上机操作——替代变换 ……………… 158
二、识别阵列和对称 ………………………… 159
第 4 节　其他特征编辑工具 ……………… 160
第 5 节　建模技法详解与训练 …………… 166
案例 1　香水瓶瓶身建模 ……………………… 166
第 6 节　论坛网友精华帖疑难
问题与解析 ………………………… 174
第 7 节　Creo 工程师认证试题 ………… 181
第 5 章　曲面造型设计 ……………………… 183
第 1 节　基本曲面 ……………………………… 184
一、拉伸曲面 …………………………………… 184
二、旋转曲面 …………………………………… 185
三、扫描曲面 …………………………………… 186
四、填充曲面 …………………………………… 187
上机操作——漏斗曲面 ……………… 187
第 2 节　高级曲面 ……………………………… 189
一、边界混合曲面 …………………………… 189
上机操作——边界混合曲面 ………… 191
二、顶点倒圆角 ……………………………… 191
三、将切面混合到曲面 ……………………… 192
上机操作——将切面混合到曲面 ….. 192
第 3 节　样式曲面造型 ……………………… 193
一、活动平面 …………………………………… 194
二、曲线 ……………………………………… 195
三、编辑曲线 ……………………………………196
四、偏移、复制和移动曲线 ………………197
五、曲面 ………………………………………………199
第 4 节　建模技法详解与训练 …………201
案例 1　咖啡壶曲面造型 ……………………201
案例 2　螺纹花型瓶造型 ……………………211
案例 3　水果拼盘 ……………………………218
第 5 节　论坛网友精华帖疑难
问题与解析 ……………………………224
第 6 节　Creo 工程师认证试题 …………229
第 6 章　尺寸驱动与参数建模 ……………231
第 1 节　Creo 关系式 ……………………………232
一、什么是"关系" ……………………………232
二、"关系"对话框 ……………………………234
三、将参数与模型尺寸相关联 ……………234
上机操作——利用关系式设计麻花
绳子 ……………………………………………237
上机操作——利用方程式创建圆柱
螺旋线 …………………………………………239
第 2 节　2D 基准图形关系 ………………240
一、什么是 2D 基准图形关系 ……………240
二、2D 基准图形的应用 ……………………241
上机操作——田螺造型 …………………242
第 3 节　参数 ………………………………………244
一、"参数"定义 ………………………………244
二、参数的设置与添加 ………………………245
上机操作——利用"参数"设计
机械零件 ……………………………………248
第 4 节　尺寸驱动及参数建模训练 ……252
案例 1　圆柱直齿轮 …………………………252
第 5 节　论坛网友精华帖疑难
问题与解析 ……………………………268
第 6 节　Creo 工程师认证试题 …………273
第 7 章　组件装配设计 ……………………275
第 1 节　Creo 组件装配介绍 ……………276
一、组件装配方式 ……………………………276
二、装配约束形式 ……………………………276
三、组件装配设计环境 ………………………277
第 2 节　无连接接口的装配约束 ………278
上机操作——装配螺钉 …………………282



第 3 节　有连接接口的装配约束 ······· 284
上机操作——装配曲柄滑块机构 ····· 288
第 4 节　建立爆炸视图 ······················ 292
上机操作——创建球阀装配体的爆炸视图 ··· 293
第 5 节　装配建模训练 ······················ 295
案例 1　自底向上装配——电机装配 ······ 295
第 6 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析 ·························· 307
第 7 节　Creo 工程师认证试题 ·········· 310
第 8 章　机构仿真与动画设计 ··············· 312
第 1 节　Creo 机构仿真 ····················· 313
一、Creo 机构仿真与分析环境 ············· 313
二、机构仿真基本操作与设置 ··············· 313
三、简单平面四连杆机构仿真分析案例 ··· 315
上机操作——平面四连杆机构运动仿真 ··· 316
第 2 节　制作装配动画 ······················ 323
一、进入动画制作环境 ························ 323
二、设置动画 ···································· 324
三、定义运动 ···································· 326
四、定义动画时间 ······························ 328
五、定义视图 ···································· 329
六、运行动画 ···································· 330
第 3 节　机构仿真和动画制作案例 ···· 331
案例 1　二级齿轮减速机构仿真 ············ 331
案例 2　齿轮泵动画制作 ······················ 339
第 4 节　Creo 工程师认证试题 ·········· 346
第 9 章　工程图设计 ······························ 348
第 1 节　创建工程图 ························· 349
一、工程图环境界面 ··························· 349
二、基本视图 ···································· 353
三、其他视图 ···································· 354
四、工程图上的其他组成部分 ··············· 356
第 2 节　定义绘图视图 ······················ 356
一、“绘制视图”对话框 ······················ 357
二、定义视图状态 ······························ 357
三、定义视图显示 ······························ 359
四、定义视图原点 ······························ 359
五、定义视图对齐 ······························ 360
第 3 节　工程图的标注与注释 ··········· 361
一、自动标注尺寸 ······························ 361
二、手动标注尺寸 ······························ 362
三、尺寸的整理与操作 ························ 366
四、尺寸公差标注 ······························ 369
五、几何公差标注 ······························ 370
第 4 节　建立工程图图纸案例解析 ···· 370
案例 1　阶梯轴零件工程图 ··················· 370
第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析 ························· 378
第 6 节　Creo 工程师认证试题 ·········· 384
第 10 章　照片级真实渲染技术 ············ 386
第 1 节　Creo 渲染器（KeyShot）介绍 ······································ 387
一、KeyShot 6.0 程序的安装与挂载 ······· 387
上机操作——如何在 Creo 4.0 中启动 KeyShot 6.0？ ······················ 387
二、KeyShot 6.0 界面简介 ···················· 390
第 2 节　材质库与颜色库 ··················· 392
一、赋予材质 ···································· 393
二、编辑材质 ···································· 394
三、自定义材质库 ······························ 395
四、颜色库 ······································· 396
第 3 节　灯光 ·································· 396
一、利用光材质作为光源 ····················· 396
二、编辑光源材质 ······························ 399
第 4 节　环境库、背景库和纹理库 ···· 399
一、环境库 ······································· 399
二、背景库和纹理库 ··························· 400
第 5 节　渲染 ·································· 401
一、“输出”类别 ······························· 401
二、“选项”类别 ······························· 403
三、区域渲染 ···································· 404
第 6 节　KeyShot 渲染案例解析 ········ 405
案例 1　白炽灯渲染 ··························· 405
第 7 节　Creo 工程师认证试题 ·········· 413



第 1 章 Creo Parametric 4.0 基础入门



本章导读

很多初学者学习软件时总是急于求成，其实抱有这样的心态通常是学不好软件的。学习是一个循序渐进的过程，只有打好基础，在今后的工作中才不会遇到大麻烦。有些学生问我："老师，怎样才能学好呢？" 我的回答是："多动手、多练习"。

本章将深入接触到 Creo Parametric 4.0 软件，针对每个知识点，都将安排一些"上机操作"供大家练习，配合知识讲解以加深印象。



案例展现

案　例　图	描　　述
	Creo是一套由设计至生产的自动化工程软件，也是新一代的产品造型系统，还是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能
	操作界面是进行人机交互的工作平台，操作界面的人性化和快捷化已经成为 Creo Parametric 发展的趋势。Creo Parametric 4.0 的零件设计界面由快速访问工具栏、功能区、导航区域、图形区、前导视图工具栏和信息栏等组成

第 1 节　Creo 4.0 软件简介

Creo是一套由设计至生产的自动化工程软件，也是新一代的产品造型系统，还是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能。为了让读者对Creo有一个总体认识，了解其使用方式，帮助读者顺利入门，本节将对软件的应用基础进行简要介绍。

一、Creo Parametric 4.0 界面环境

操作界面是进行人机交互的工作平台，操作界面的人性化和快捷化已经成为 Creo Parametric 发展的趋势。

1．启动Creo Parametric 4.0

安装正式版 Creo Parametric 4.0 软件后，双击桌面上的 Creo Parametric 4.0 图标，或者选择“开始”→所有程序→PTC→Creo Parametric 4.0 F000命令，启动程序并打开 Creo Parametric 4.0 基本环境界面，如图 1-1 所示。

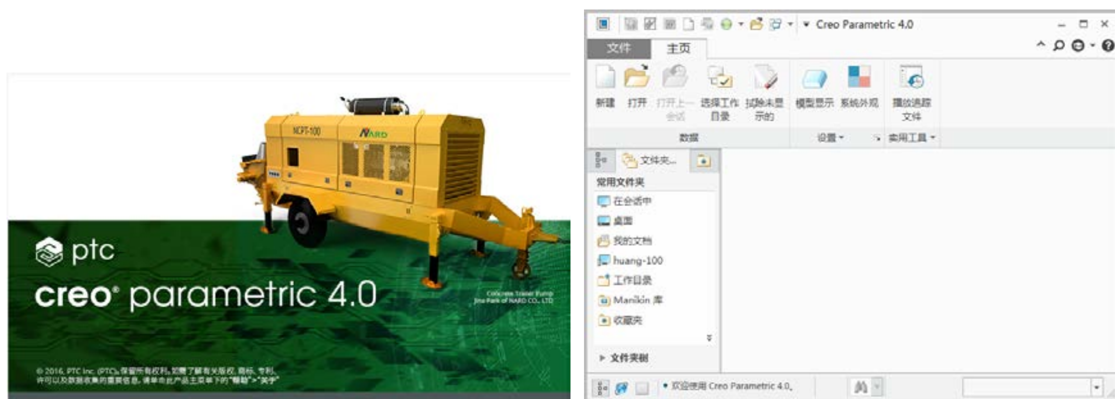


图 1-1　Creo Parametric 4.0 基本环境界面

在基本环境界面下的“主页”选项卡中，可以新建 Creo 的各种设计模式下的文件；可以打开已经保存的文件或其他格式的文件；可以设置工作目录；可以设置模型、系统的颜色等。

通过图形区中的 Internet 浏览器，还可以查找 PTC 公司旗下产品的主页。为了更快地打开文件，可以通过文件夹树的“文件夹浏览器”来打开文件。

在“主页”选项卡中单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框。此对话框中包含了 Creo 的所有模块类型和分类型。机械零件、钣金件与产品设计主要是在零件模块中进行的。对话框下方的☑使用默认模板复选框，主要提供的是英制模板。一般是取消选择该复选框，进入下一页选择mmns_harn_part或者mmns_part_solid两种公制模板之一，如图 1-2 所示。

选择模板后单击确定按钮，即可进入 Creo 4.0 零件设计环境。



图 1-2　新建文件

2．Creo零件设计环境界面介绍

Creo Parametric 4.0 的零件设计界面由快速访问工具栏、功能区、导航区、图形区、前导视图工具栏和信息栏等组成，如图 1-3 所示。

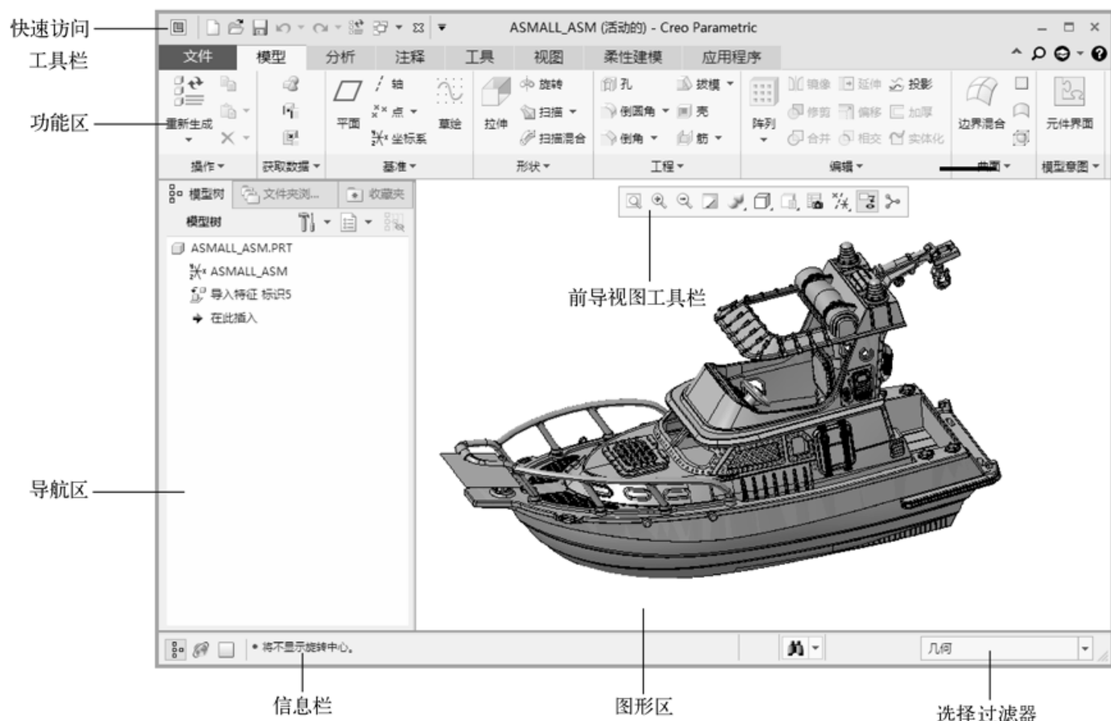


图 1-3　Creo Parametric 4.0 的零件设计界面

（1）快速访问工具栏

快速访问工具栏主要是为了让用户快速执行常用的命令而设立的工具栏。可以将功能区中常用的命令添加到快速访问工具栏中，如图 1-4 所示。

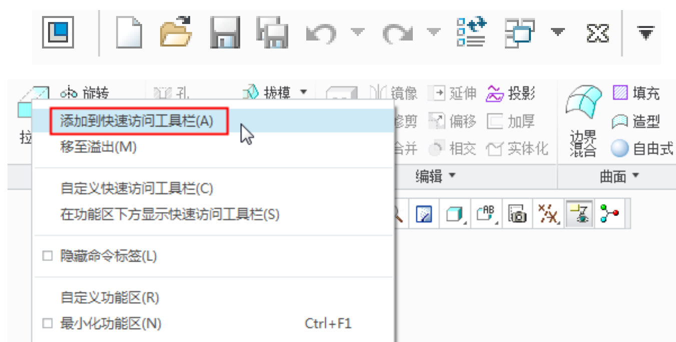


图 1-4　将命令添加到快速访问工具栏

将常用命令添加到快速访问工具栏后，然后将功能区最小化。这样就能最大化地利用图形区来设计、查看及操作了。快速访问工具栏还可以在功能区下方显示，这样便于用户执行命令操作，如图 1-5 所示。

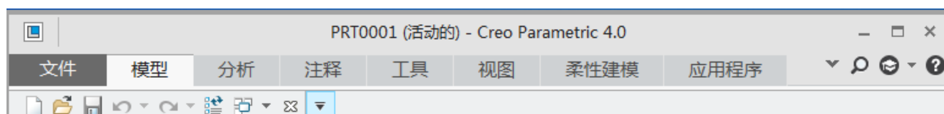


图 1-5　最小化功能区并在下方显示快速访问工具栏

在功能区空白位置右击，在弹出的快捷菜单中选择自定义快速访问工具栏(C)命令，弹出“Creo Parametric 选项”对话框并打开 快速访问工具栏 选项设置页面，如图 1-6 所示。通过此页面，可以将 Creo 命令添加到快速访问工具栏中，并为添加的命令重新排序。

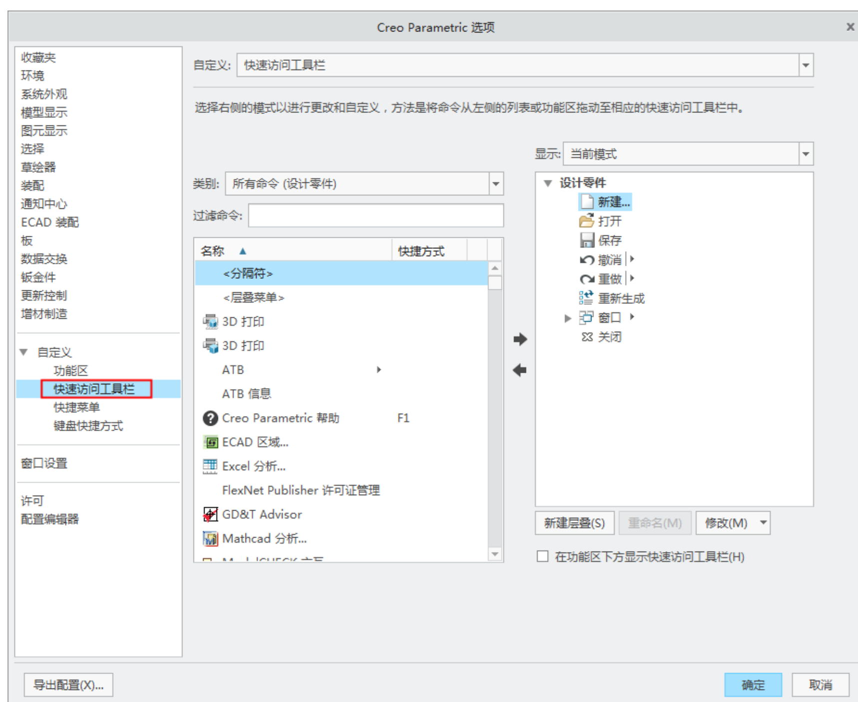


图 1-6　“Creo Parametric 选项”对话框

（2）导航区

通过导航区可以在设计过程中进行导航、访问，以及处理设计工程或数据，包括模型树、文件夹浏览器、收藏夹和连接等选项卡，每个选项卡包含一个特定的导航工具。单击导航栏右侧向左的箭头可以隐藏导航栏，它们之间的相互切换可通过单击上方的选项卡标签实现。

可以通过在界面左下角的信息栏上单击“显示导航器”按钮来控制导航区的显示与关闭。

（3）绘图区

绘图区位于窗口中部的右侧，是 Creo 生成和操作设计模型的显示区域。当前活动的模型显示在该区域，并可使用鼠标选取对象，对对象进行相关操作。

（4）选择过滤器

选择过滤器在可用时，状态栏会显示以下信息。

- 在当前模型中选取的项目数。
- 可用的选取过滤器。
- 模型再生状态，表示必须再生当前模型，表示当前过程已暂停。

（5）信息栏

信息栏用于显示与窗口中工作相关的单行消息，使用消息区的标准滚动条可查看历史消息记录。

（6）前导视图工具栏

图形区中的前导视图工具栏为用户提供了模型外观编辑和视图操作工具。在前导视图工具栏中右击，可以弹出如图 1-7 所示的快捷菜单。通过此菜单，可以控制前导视图工具栏中工具的显示与否，以及前导视图工具栏的位置和尺寸。

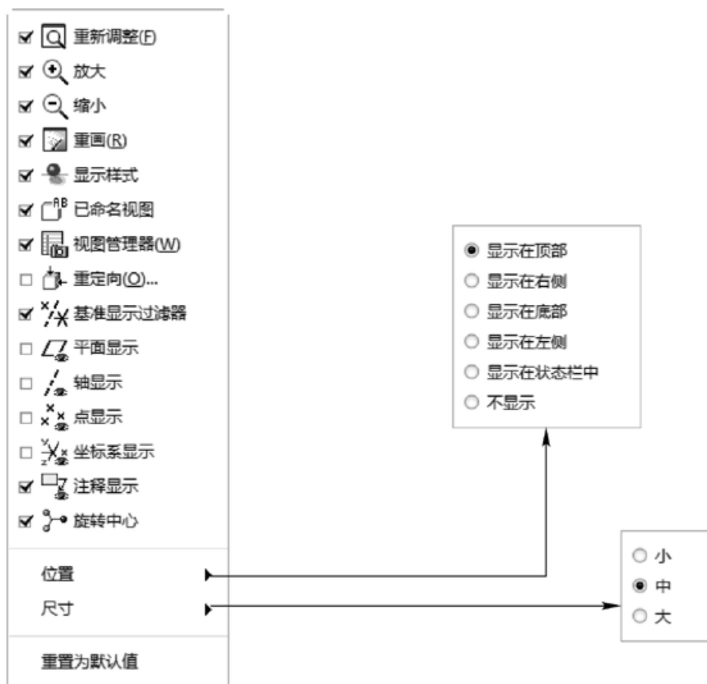


图 1-7　前导视图工具栏的右键菜单



二、配置编辑器

Creo 提供了用户配置文件的功能，是用户和软件系统进行交互的一个重要方式。通过配置系统文件，用户可以使 Creo 变得更加适合自己的需要，在工作中得心应手。Creo 的配置选项如图 1-8 所示。

要编辑某个配置，直接在 值 列表中单击值，然后在打开的下拉列表框中选择相应的选项即可。如果是因为配置选项太多而无法找寻，则可以通过单击“添加”按钮或“查找”按钮。编辑好配置后，还需要导出到 config.pro 配置文件中。单击 导入/导出 按钮，然后选择 导入配置文件 命令，在弹出的“文件打开”对话框中选择 config.pro 文件即可，如图 1-9 所示。

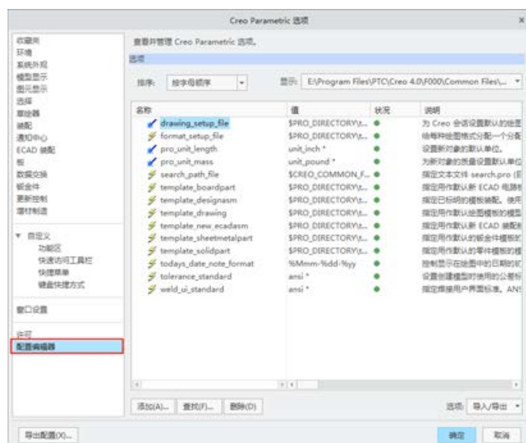


图 1-8　配置编辑器



图 1-9　导入 config.pro 配置文件



温馨提示：

除了配置编辑器中的配置需要保存在 config.pro 文件外，窗口设置和系统颜色设置都需要导出到文件中，否则下次启动 Creo 时还会还原到原始状态。例如，窗口设置需要保存到 creo_parametric_customization.ui 文件中；系统颜色需要保存在 syscol 文件夹中。



上机操作——修改 config.pro 文件以完成配置

练习文件路径：无



演示视频路径：\视频\Ch01\修改 config.pro 文件以完成配置.avi

由于新安装的 Creo 4.0 默认的模板单位都是英寸，而欧美国家的图纸都采用英制尺寸。因此，需要做些配置才能把默认单位更改为毫米。

01 在计算机系统的屏幕上右击 Creo Parametric 4.0 图标，在弹出的快捷菜单中选择 属性(R) 命令，会弹出“Creo Parametric 4.0 属性”对话框，如图 1-10 所示。

02 复制对话框中的 起始位置(S): 文本框内的“C:\Users\Administrator\Documents”路径（此路径就是 config.pro 文件的所在路径）。

03 单击 打开文件位置(F) 按钮，然后将复制的路径粘贴到打开的文件窗口中并打开，如

图 1-11 所示。





图 1-10　“Creo Parametric 4.0 属性”对话框　　　　图 1-11　打开 config.pro 文件的所在路径

04 将 config.pro 文件用记事本打开。然后在记事本文件中添加以下内容，如图 1-12 所示。

template_designasm　　$PRO_DIRECTORY\templates\mmns_asm_design.asm

（配置组件的默认模板）

template_sheetmetalpart　　$PRO_DIRECTORY\templates\mmns_part_sheetmetal.prt

（配置钣金零件的默认模板）

template_solidpart　　$PRO_DIRECTORY\templates\mmns_part_solid.prt

（配置实体零件的默认模板）

template_drawing　　$PRO_DIRECTORY\templates\a3_drawing.drw

（配置工程图的默认模板）



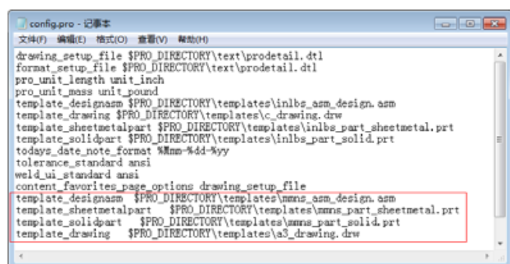
上机操作——启动 Creo 4.0 进行配置



练习文件路径：无

演示视频路径：\视频\Ch01\启动 Creo 4.0 进行配置.avi

01 在文件菜单中选择选项命令，或者在功能区空白位置右击，在弹出的快捷菜单中选择自定义快速访问工具栏(C)命令，如图 1-13 所示，弹出“Creo Parametric 选项”对话框。



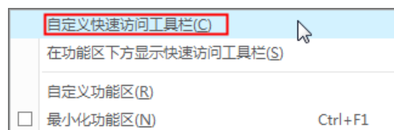


图 1-12　向 config.pro 文件添加内容　　　　图 1-13　在功能区执行右键菜单命令

02 在“Creo Parametric 选项”对话框的配置编辑器选项页面中，单击查找(F)...按钮，弹出



“查找选项”对话框，如图 1-14 所示。

03 首先输入“template_designasm”关键字（配置组件的默认模板），再单击立即查找按钮，Creo 将自动搜索值。最后单击添加/更改(A)按钮完成配置，如图 1-15 所示。



图 1-14 “查找选项”对话框

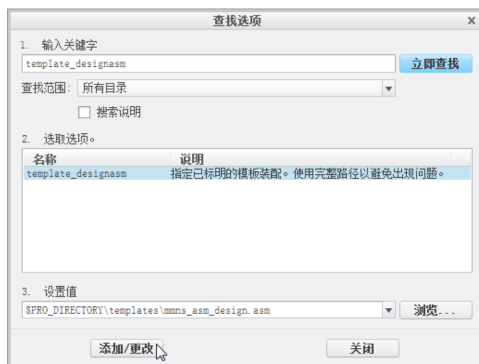


图 1-15 查找并完成配置

04 添加的配置选项将在 Creo 配置选项列表中显示，如图 1-16 所示。

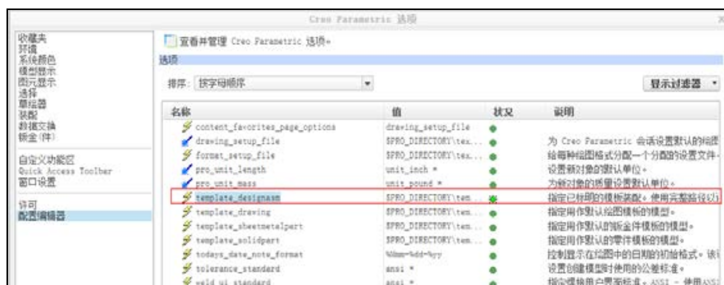


图 1-16 显示添加的配置选项

05 同理，继续查找并添加其余 3 个选项配置。添加完成后，需要单击“Creo Parametric 选项”对话框左下角的导出配置(X)...按钮，将配置保存为 config.pro 文件，如图 1-17 所示。



图 1-17 导出配置



温馨提示：

无论通过何种方法来配置选项，都必须重新启动 Creo，否则所配置的选项无法生效。

第 2 节 入门基本操作

掌握软件的基本操作是用户熟练使用软件的基础，可以在很大程度上实现从观察模型到设计模型的整个流程。

一、模型显示与视图控制

1．模型的显示

在 Creo 中模型的显示方式有 4 种，可以单击“视图”选项卡的“显示”组中的“显示样式”列表；或者是在“模型”选项卡的“模型意图”组中单击“显示样式”列表下拉按钮 显示样式 打开显示列表；再或者在前导视图工具栏的 显示样式 列表下选择按钮来控制，如图 1–18 所示。各按钮的说明如下。

- 线框：使隐藏线显示为实线，如图 1–19 所示。
- 隐藏线：使隐藏线以灰色显示，如图 1–20 所示。
- 消隐：不显示隐藏线，如图 1–21 所示。
- 着色：模型着色显示，如图 1–22 所示。
- 带边着色：显示模型边线，如图 1–23 所示。
- 带反射着色：反射场景光的模型着色形式，如图 1–24 所示。



图 1–18 “显示样式”列表

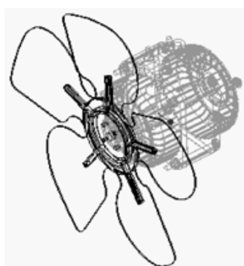


图 1–19 线框

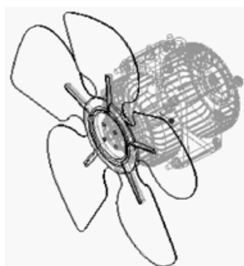


图 1–20 隐藏线

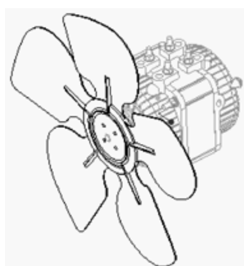


图 1–21 消隐

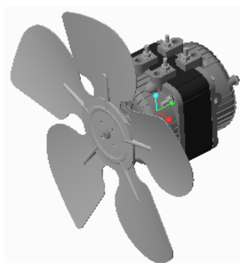


图 1–22 着色

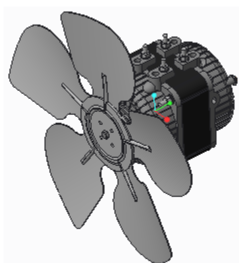


图 1–23 带边着色

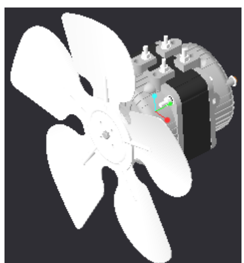


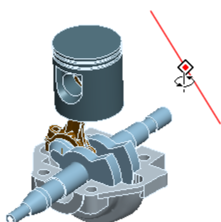
图 1–24 带反射着色

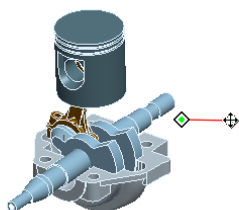


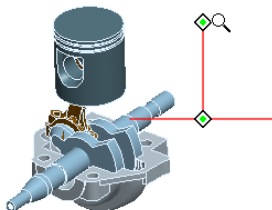
2．键鼠操作进行模型观察

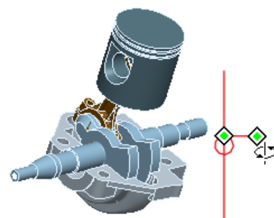
为了从不同角度观察模型的局部细节，需要放大、缩小、平移和旋转模型。在 Creo 中，可以用三键鼠标+键盘快捷键命令来完成下列不同的模型操作。

- “旋转”：按住鼠标中键+移动鼠标，如图 1–25 所示。
- “平移”平移：按住鼠标中键+【Shift】键+移动鼠标，如图 1–26 所示。
- “缩放”平移缩放：按住鼠标中键+【Ctrl】键+垂直移动鼠标，如图 1–27 所示。
- “翻转”：按住鼠标中键+【Ctrl】键+水平移动鼠标，如图 1–28 所示。
- “动态缩放”：转动中键滚轮。


图 1–25 旋转模型


图 1–26 平移模型


图 1–27 缩放模型


图 1–28 翻转模型

另外，“视图”选项卡的“方向”组中还有以下与模型观察相关的图标按钮，如图 1–29 所示，其操作方法非常类似于 AutoCAD 中的相关命令。



图 1–29 模型操作的工具按钮

3．控制模型视图方向

在建模过程中，有时还需要按常用视图显示模型。可以单击前导视图工具栏中的“已保存方向”列表，在其中选择默认的视图，如图 1–30 所示。包括标准方向、默认方向、后视图、俯视图、前视图（主视图）、左视图、右视图和仰视图。

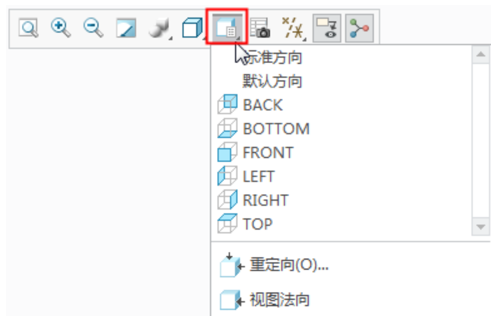


图 1–30 “已保存方向”视图列表

默认方向就是默认的“标准方向”，也是正等轴侧视图。6 个基本视图和轴侧视图如图 1-31 所示。

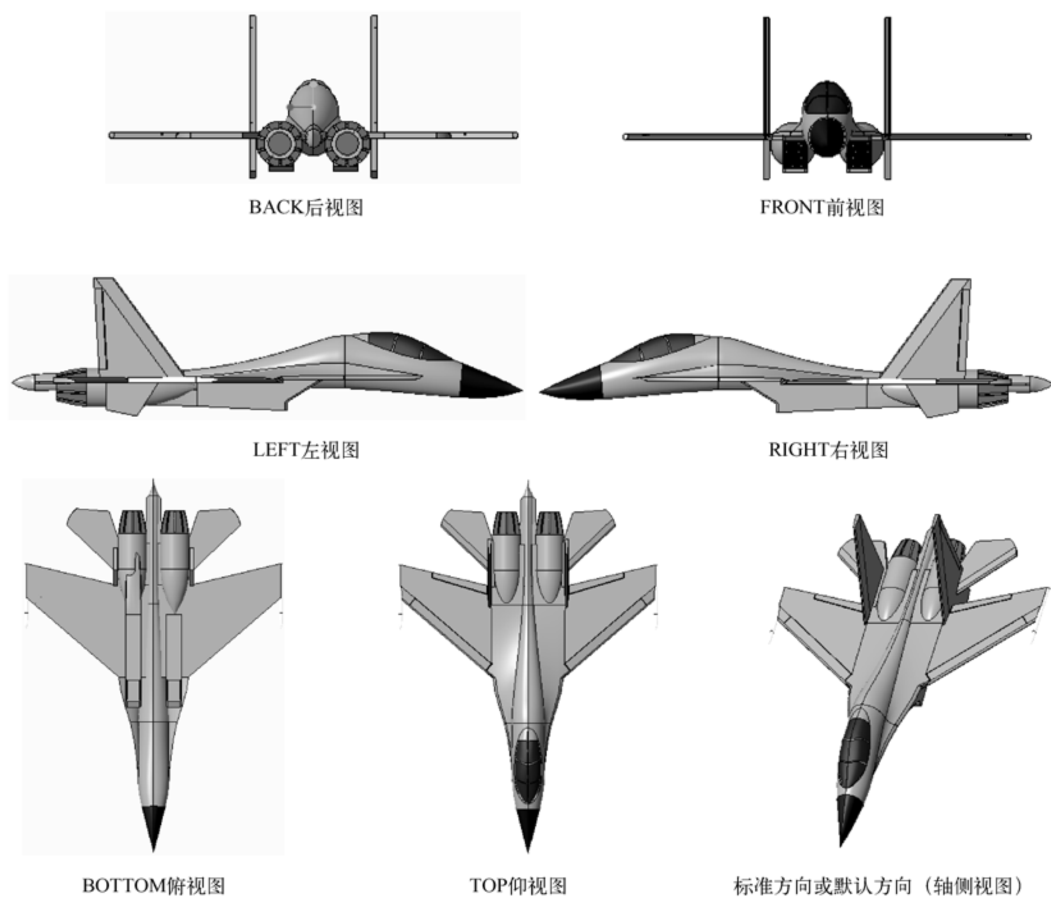


图 1-31　6 个基本视图和轴侧视图

除了选择已有的标准或默认视图外，用户还可根据需要重定向视图。



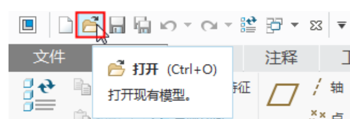
上机操作——定向视图操作

01 单击快速访问工具栏中的“打开”按钮，打开本例素材模型“1-1.prt”，如图 1-32 所示。



图 1-32　打开的模型

按钮位置：



02 单击“模型”选项卡的“基准”组中的 平面 按钮，弹出“基准平面”对话框。选择 FRONT 基准平面和 A_2 基准轴作为参照，创建新的基准平面 DTM1，如图 1-33 所示。



按钮位置:



温馨提示：在选择不同参照时，需要按下 Ctrl 键辅助选择。

图 1-33　新建基准平面

03 在前导视图工具栏的“已保存方向”视图列表 中单击 重定向(O)...，弹出“方向”对话框。选取 DTM1 基准平面为参照一，选取 TOP 基准平面为参照二，如图 1-34 所示。

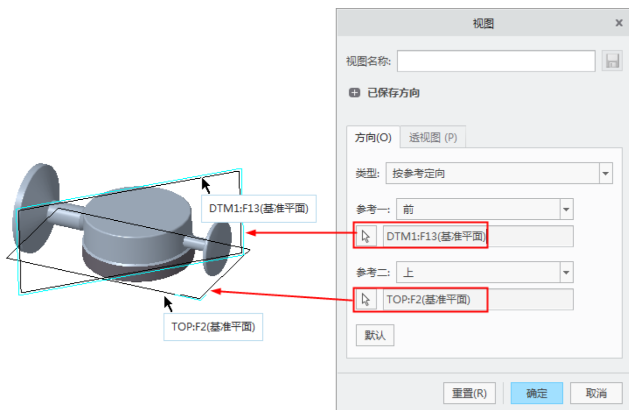


图 1-34　选择参照

04 输入要保存视图的名称为“自定义”，单击“保存”按钮 保存视图。最后单击 确定 按钮关闭对话框，如图 1-35 所示。同时，自定义 视图保存在视图列表中，如图 1-36 所示。



图 1-35　定向视图并保存

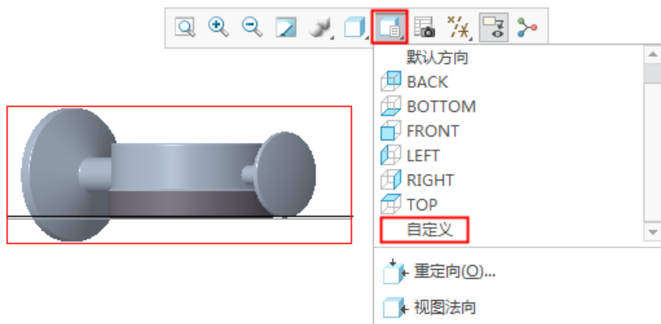


图 1-36　查看自定义的视图

二、Creo中几何对象的选取方法

在草绘或进行特征编辑操作时，经常需要选取几何对象。例如，选中曲线后，可对其进行删除操作，也可对线条进行拖动修改等。快速有效地选取对象，可以提升建模效率。

1．几何对象常见的选取方式

Creo 4.0 中常用的几何对象有零件、特征、基准、曲面、曲线和点等，多数操作都离不开智能选取对象。常见的选取方式有两种：一种是在设计绘图区选取，如图 1−37 所示；另一种是在导航栏的模型树中进行特征的选取，如图 1−38 所示。

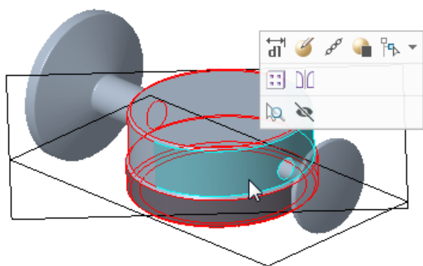


图 1−37　在绘图区选取对象

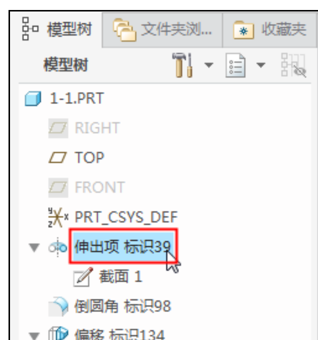


图 1−38　在模型树中选取对象

2．对象的选取方法

在绘图区选取对象时，可以选取基准点/线/面、边、面组、曲线、特征或零件等几何对象。

（1）直接选取

默认情况下，在图形区中可以选取所有的几何对象，选取时还可以借助键盘上的【Shift】键或【Ctrl】键。例如，要选取模型中某个面上的完整边时，先选取任意一条边，若按住【Ctrl】键继续选取，会逐一选取所有边，如图 1−39 所示。但如果按住【Shift】键进行选取，可以一次性完全选取所有边，选取效率很高。

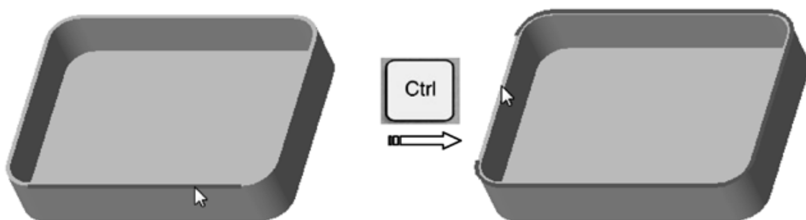


图 1−39　按住【Ctrl】键逐一选取边

曲面的选取包括环曲面、种子面和实体曲面。在选取曲面时，也可以借助键盘上的【Shift】键或【Ctrl】键来拾取多个曲面，例如，按住【Ctrl】键可以依次选取多个曲面，如图 1−40 所示。

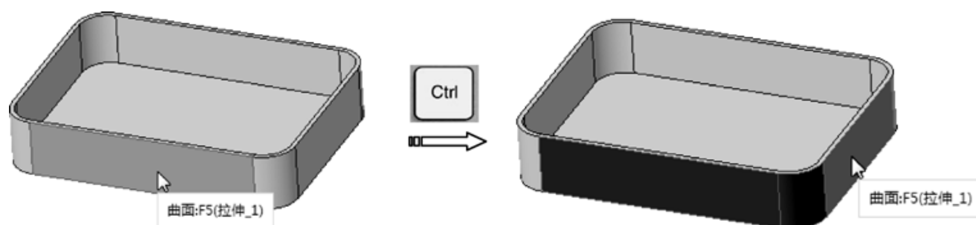


图 1-40　按住【Ctrl】键选取多个曲面

先选取一个曲面，再按住【Shift】键进行选取，会将除光标所在位置的那个曲面以外的其他曲面完全选中，如图 1-41 所示。最后，按住【Ctrl】键补齐漏选的曲面，即可完成所有曲面的选取。

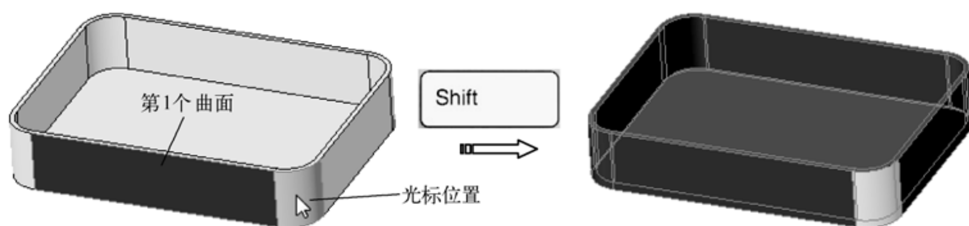


图 1-41　按住【Shift】键选取所有曲面



温馨提示：

如果按住【Alt】键，可以选取零件模型中的某个特征，如抽壳特征、拉伸特征等。

（2）通过选择过滤器选取对象

当要求快速选取特定的单一类的对象，如曲面、边、基准或曲线时，可以借助 Creo 图形区下方状态栏右侧的选择过滤器列表，如图 1-42 所示。

例如，当仅需要选取模型中的边线时，在选择过滤器列表中选择 边 过滤器，然后在图形区中框选模型，则模型中的所有边被完全选取，如图 1-43 所示。



图 1-42　选择过滤器列表

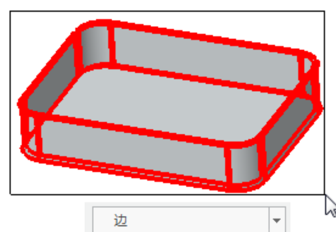


图 1-43　选取边

第 3 节　入门基础训练

基准工具是建模时的参照，因此，一定要熟练掌握如何使用基准工具来创建基准点、基

准轴、基准平面和基准坐标系。

案例 1　创建基准点

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch01\创建基准点.prt

 演示视频路径：\视频\Ch01\创建基准点.avi

建模方法解析

在几何建模时可将基准点用做构造元素或计算和模型分析的已知点。可随时在模型中添加点，即使在创建另一特征的过程中也可执行此操作。

创建基准点的方法有多种，这里仅介绍最基本的创建方法。

按钮位置：



命令关键词：“基准点”点

设计步骤：

01 打开本例源文件“1-2.prt”。

02 在“模型”选项中单击“基准”组中的点按钮，弹出如图 1-44 所示的“基准点”对话框。

03 单击模型中要绘制基准点的平面，即可预览基准点，此点没有定位，可以自由移动，如图 1-45 所示。



图 1-44　“基准点”对话框

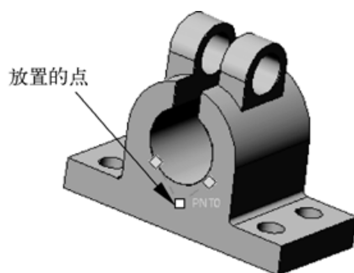


图 1-45　放置点

04 拖动基准点上的定位引导点到模型边上，显示基准点到该边的定位距离，如图 1-46 所示。

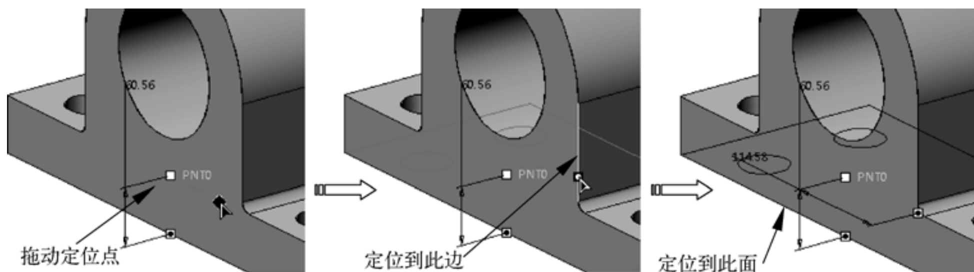


图 1-46　拖动定位引导点到边

05 设置基准点到边线的距离，单击确定按钮，完成基准点的绘制，如图 1-47 所示。



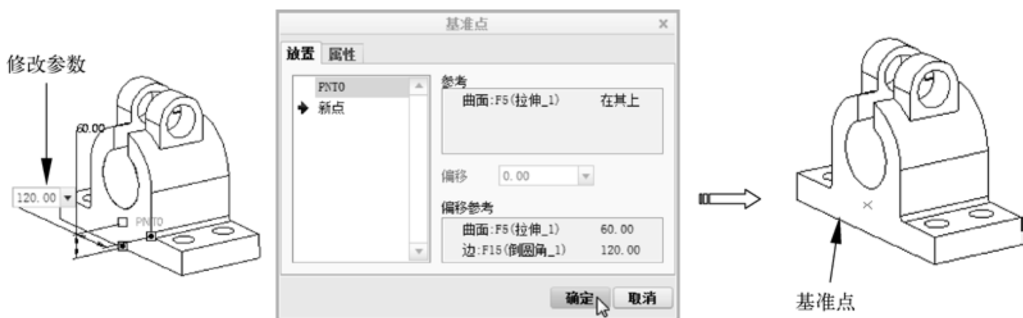


图 1-47　绘制的基准点


技巧点拨：

在选取偏移参考时，请按住【Ctrl】键选取参考对象。如果所创建的基准点没有显示在屏幕中，需要在前导视图工具栏的“基准显示过滤器”列表中选择☑ 点显示复选框。

案例 2 创建基准轴

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch01\创建基准轴.prt


演示视频路径：\视频\Ch01\创建基准轴.avi

建模方法解析

基准轴的创建方法有很多，包括通过相交平面、使用两参照偏移，以及使用圆曲线或边等方法。

命令关键词：“基准轴” 轴

设计方法 1——通过相交平面创建基准轴

通过相交平面创建基准轴的方法是：确定两个相交平面。相交平面即可以是模型中的平面，也可以是基准平面。

按钮位置：



设计步骤：

01 打开本例素材文件“1-3.prt”。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 轴 按钮，弹出“基准轴”对话框，如图 1-48 所示。



图 1-48　“基准轴”对话框

温馨提示：

“放置”选项卡主要用来确定基准轴的参考。“参考”可以是曲面、曲线/边或点。偏移参考可以是直线、点或平面。

“显示”选项卡主要用来调整基准轴的长度。如果选择“大小”选项，则通过输入值来确定长度，如果选择“参考”选项，则通过选取参考来确定长度，例如选择一条边，则基准轴的长度与边相等。

03 打开“基准轴”对话框后，按住【Ctrl】键不放，在工作区选取新基准轴的两个放置参照面，这里选择模型的两个端面，如图 1-49 所示。

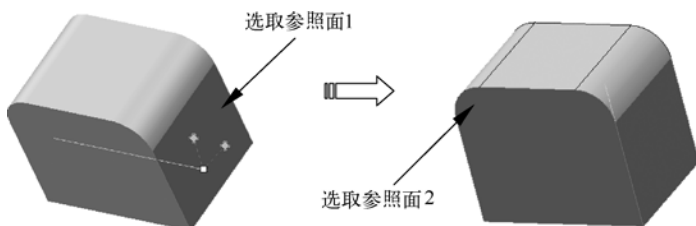


图 1-49　选择参考面

温馨提示：

在选择基准轴参照后，如果参照能够完全约束基准轴，系统自动添加约束，并且不能更改。

04 选择“基准轴”对话框中的“显示”选项卡，选择☑调整轮廓(O)复选框，在“长度”文本框中输入 350，如图 1-50 所示。

温馨提示：

如果基准轴的长度要求不是很高，可以拖动工作区中轴的两个端点进行调整长度。

05 单击确定按钮，完成基准轴的创建，效果如图 1-51 所示。

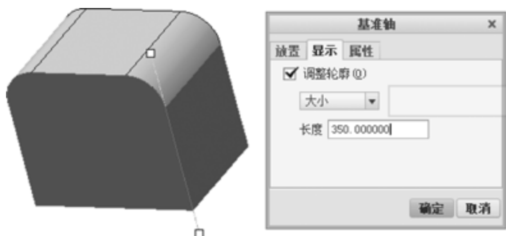


图 1-50　设置长度

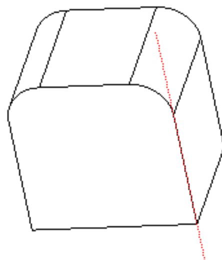


图 1-51　创建基准轴

设计方法 2——选取圆曲线创建基准轴

可以选取模型上的倒圆角的面、圆柱面，或者圆曲线作为参照，系统会自动判断出轴。

设计步骤：

01 打开本例素材文件“1–3.prt”。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 / 轴 按钮，弹出“基准轴”对话框。选取模型的边线作为新基准轴的参照，如图 1–52 所示。



技巧点拨：

选取圆边或曲线、基准曲线，或是共面圆柱曲面的边作为基准轴的放置参照。选定的参照会在“基准轴”对话框中的“参照”列表框中显示。

03 选定参照的默认约束类型为 中心，随即显示基准轴预览，如图 1–53 所示。

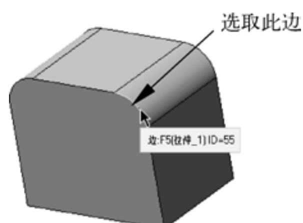


图 1–52 选择参照

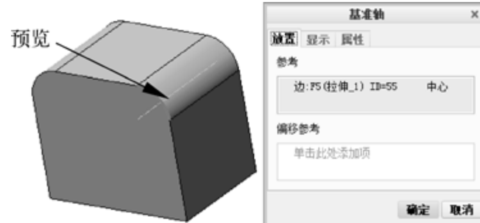


图 1–53 通过边创建基准轴

04 通过选择“显示”选项卡中的 ☑ 调整轮廓(O) 复选框来调整基准轴轮廓的长度，让它符合指定大小或选定参照。如图 1–54 所示。

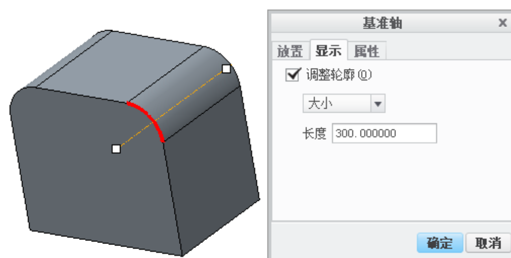


图 1–54 调整尺寸

05 单击 确定 按钮，完成基准轴的创建。



技巧点拨：

如果约束类型为“穿过”，则会穿过选定圆边或曲线的中心，以垂直于选定曲线或边所在的平面方向创建基准轴。如果约束类型为“相切”，并指定“穿过”作为另一个参照（顶点或基准点）的约束，则会约束所创建的基准轴和曲线或边相切，同时穿过顶点或基准点。

案例 3 创建基准平面


练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch01\以“点”方式创建基准平面.prt


演示视频路径：\视频\Ch01\创建基准平面.avi

建模方法解析

按钮位置:



基准平面在实际中虽然不存在，但在零件图和装配图中都具有很重要的作用。基准平面主要用来作为草绘平面，或者作为草绘、镜像或阵列等操作的参照，也可以用来作为尺寸标注的基准。下面列出几种创建基准平面的方法。

命令关键词：“基准平面” 平面...

设计方法 1——以“点”方式创建基准平面

此种方式通过拾取 3 个点来创建一个基准平面，是根据几何平面原理来操作的。

设计步骤：

01 打开本例素材文件“1–2.prt”。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 平面... 按钮，弹出“基准平面”对话框，如图 1–55 所示。该对话框中包含有 3 个选项卡，其中“放置”选项卡和“显示”选项卡是创建基准平面的选项设置选项卡。

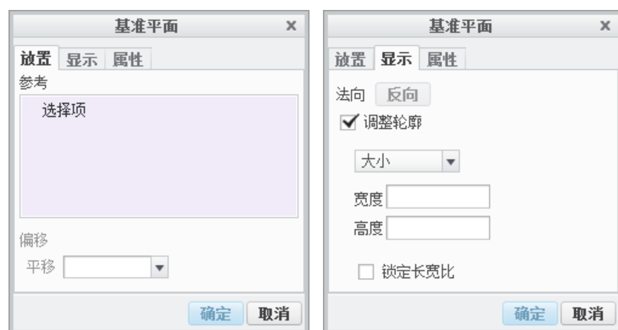


图 1–55　“基准平面”对话框

03 在模型上拾取 3 个点（选择点时需按住【Ctrl】键）作为基准平面的位置参考，如图 1–56 所示。

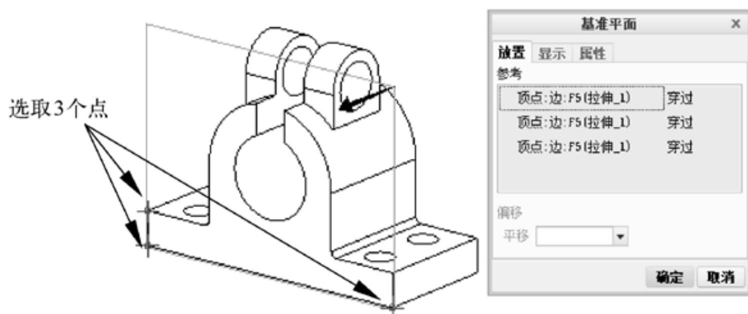
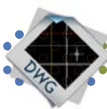


图 1–56　通过点创建平面

04 最后单击 确定 按钮，完成基准平面的创建。



技巧点拨：

以点来创建基准平面，共有3种方法：3个点、1点/曲面（非平面）、1点/边，如图1-57所示。

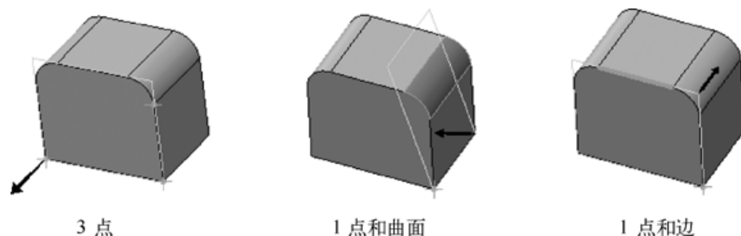


图 1-57　以点创建基准平面的 3 种方法

设计方法 2——通过基准坐标系创建基准平面

通过拾取零件环境中的零件坐标系 PRT_CSYS_DEF 作为参考，来创建偏移一定距离的基准平面。

设计步骤：

01 打开本例素材文件“1-2.prt”。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 平面... 按钮，弹出“基准平面”对话框。

03 选取一个基准坐标系作为放置参照，选定的基准坐标系将被添加到“放置”选项卡中的“参考”列表框中，如图 1-58 所示。



图 1-58　选取基准坐标系

04 从“参照”列表框的约束列表中选取约束类型——偏移。

05 如果选择 偏移 约束类型，在 平移 X 列表框中选择偏移的轴，在其后的文本框中输入偏移距离，拖动控制滑块将基准曲面手工平移到所需距离处或；如果选择 穿过 约束类型，在 平面 YZ 列表框中选择穿过平面。

温馨提示：

“偏移”X 表示将 YZ 基准平面在 X 轴上偏移一定距离来创建基准平面。
约束 Y 表示将 XZ 基准平面在 Y 轴上偏移一定距离来创建基准平面。
类型 Z 表示将 XY 基准平面在 Z 轴上偏移一定距离来创建基准平面。
“穿过”XY 表示通过 XY 平面来创建基准平面。
约束 YZ 表示通过 YZ 平面来创建基准平面。
类型 ZX 表示通过 XZ 平面来创建基准平面。

06 单击“基准平面”对话框中的 确定 按钮，完成基准平面的创建，效果如图 1-59 所示。

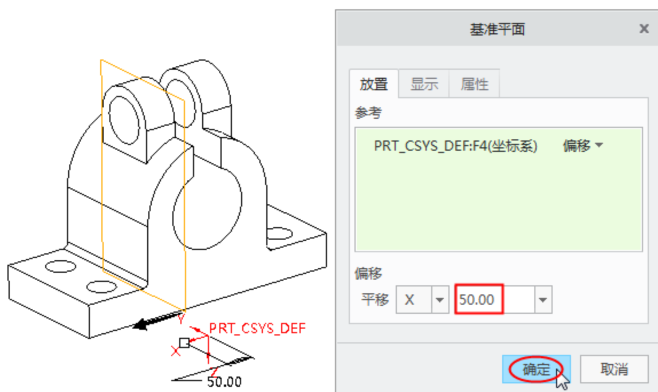


图 1-59　通过基准坐标系创建基准平面

设计方法 3——创建偏移平面

“偏移平面”是以默认的工作坐标系中的 3 个基准平面作为参考，创建偏移一定距离的 3 个新基准平面。如果偏移距离为 0，则新基准平面与默认的基准平面重合。

设计步骤：

01 新建一个名为“创建偏移平面”的零件文件。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 偏移平面 按钮，在图形区上方将弹出 在 x方向 中输入偏移值 文本框，输入偏移值，如图 1-60 所示。

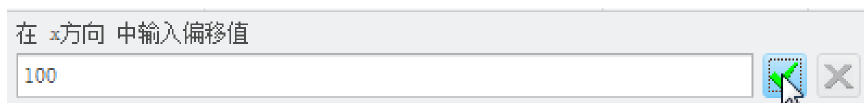
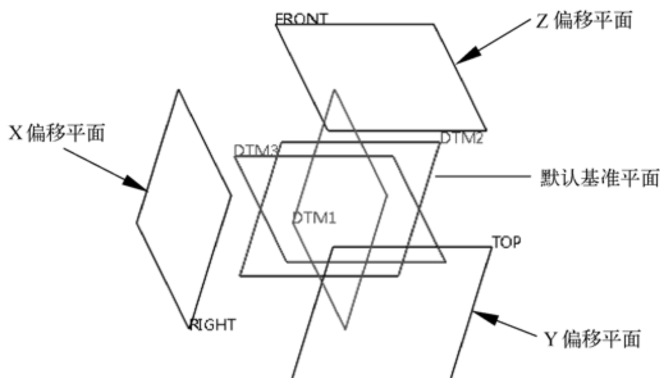


图 1-60　偏移距离值的输入文本框

03 单击“接受值”按钮✓，会陆续弹出 在 y方向 中输入偏移值 文本框及 在 z方向 中输入偏移值 文本框，输入相同的偏移值后直至创建出如图 1-61 示的偏移平面。



按钮位置:

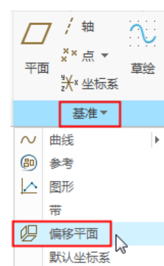


图 1-61　创建偏移平面

案例 4 创建基准坐标系

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch01\创建基准坐标系.prt
演示视频路径：\视频\Ch01\创建基准坐标系.avi

建模方法解析

基准坐标系分为笛卡尔坐标系、圆柱坐标系和球坐标系 3 种类型。坐标系是可以添加到零件和组件中的参照特征，一个基准坐标系需要 6 个参照量，其中 3 个相对独立的参照量用于原点的定位，另外 3 个参照量用于坐标系的定向。

在产品设计过程中，经常利用 Creo 的坐标系功能来确定特征的位置。一些机械标准件的加载也需要坐标系来确定方位。

命令关键词：“基准坐标系” 坐标系

设计方法 1——以“点”方式创建基准坐标系

按钮位置：



此种方式是通过拾取一个点作为坐标系原点，然后指定其中两条坐标轴的方向。

设计步骤：

01 打开本例素材文件“1–3.prt”。

02 在功能区“模型”选项卡的“基准”组中单击 坐标系 按钮，弹出“坐标系”对话框。该对话框包含有 3 个选项卡，其中“原点”选项卡和“方向”选项卡是创建坐标系的主要选项设置区域。如图 1–62 所示。



图 1–62 坐标系对话框

- “原点”选项卡用来确定坐标系原点的参考。
- “方向”选项卡用来确定坐标系 X 轴、Y 轴、Z 轴的方向。确定坐标系的参考可以是点、线或面。
- “属性”选项卡用于设置坐标系名称，以及显示名称与否。

03 在“原点”选项卡中为坐标系指定了原点后，在“方向”选项卡中设置其中两条轴的参考（此参考为互为垂直的直线或平面），如图 1-63 所示。



温馨提示：

点可以是基准点，也可以是模型上的顶点，当然还可以是直接在平面上放置的坐标系原点。以点来创建坐标系，需要为坐标系指定其中两条轴的方向。

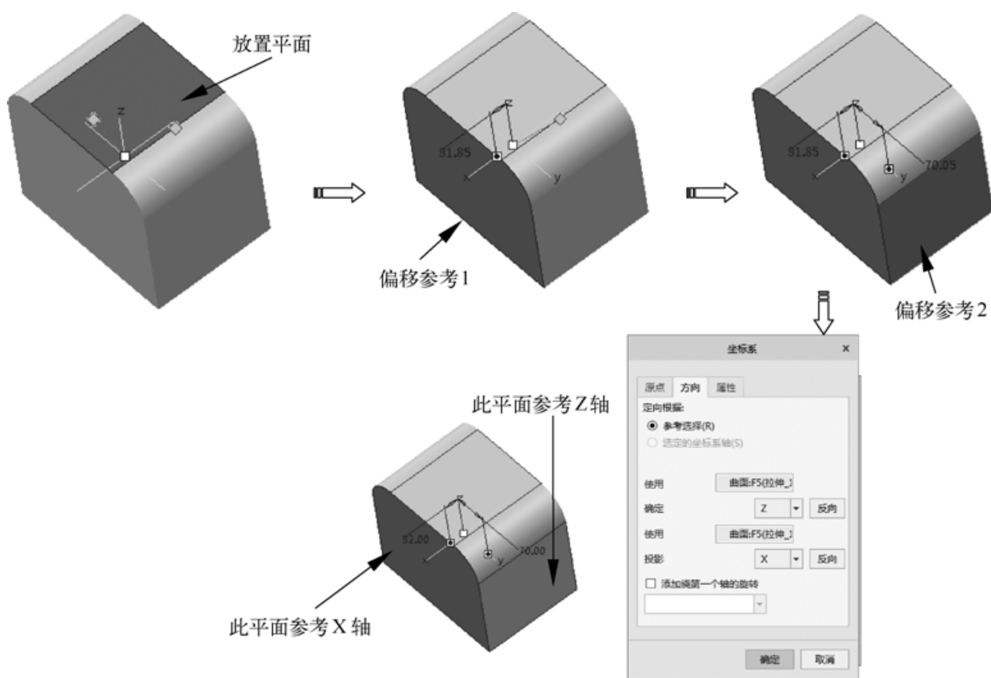


图 1-63　以点来创建坐标系

04 单击“坐标系”对话框中的 确定 按钮，完成参考坐标系的创建。

设计方法 2——以曲线或边创建基准坐标系

此种方式是通过拾取平面与曲线或边的交点，作为坐标系原点，然后指定其中两条坐标轴的方向。

设计步骤：

01 打开本例素材文件“1-3.prt”。

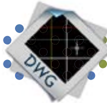
02 在“模型”选项卡的“基准”组中单击 坐标系 按钮，弹出“坐标系”对话框。

03 当用户选择曲线或模型边缘来指定坐标系原点时，需要为坐标系再指定一个平面与曲线或边相交，其交点就是坐标系原点。其次，还要为坐标系的两条轴指定方向。如图 1-64 所示。



温馨提示：

确定坐标系两条轴方向的参考，一定是互为垂直的平面或边，否则不能正确创建坐标系。



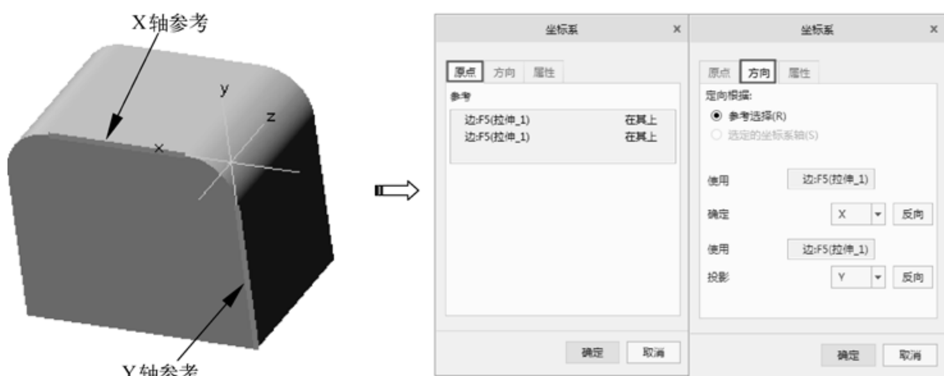


图 1-64 创建坐标系

04 单击“坐标系”对话框中的确定按钮，完成参考坐标系的创建。

第 4 节 论坛网友精华帖疑难问题与解析

有很多读者在买了书学习以后，发现还是有很多问题没有解决，于是就到各个三维设计论坛去提出各种疑问。其中有很多软件爱好者对软件的各种功能进行了深度探讨。

鉴于此，先把一些经典的精华帖为大家一一罗列出来，但限于本书篇幅和格式，并没有全部列举出来，敬请大家谅解。

精华帖 1：如何设置新建零件文件时默认为公制模板？



问题描述

这个问题的确对于长期使用 Creo 软件且在 GB 国标标准下设计零件的用户来说非常重要。如果不设置默认模板为 mmns_part_solid，会给新用户带来十分不便。因为安装 Creo 4.0 软件后默认的模板为英制，如图 1-65 所示。

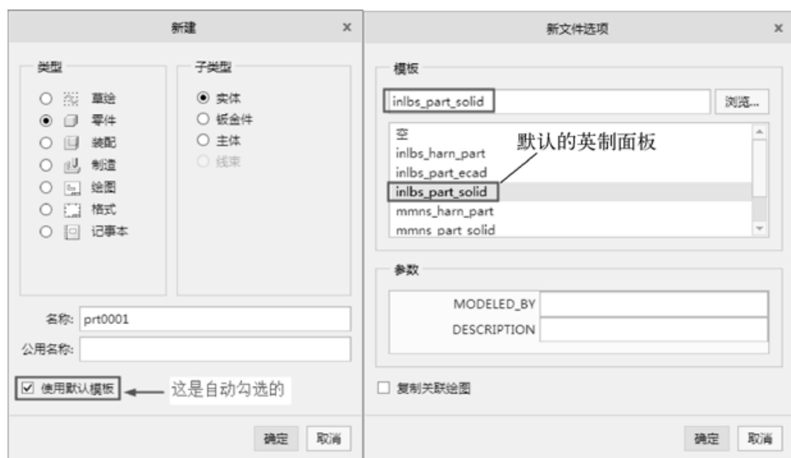


图 1-65　默认的英制面板

毕竟每次新建零件文件时，都要先取消选择☐ 使用默认模板复选框，然后再从“新文件选项”对话框中重新选择 mmns_part_solid 公制模板，这个过程是很烦琐的。

操作演示

下面进行配置文件的设置。

01 启动 Creo 4.0 软件。在基本环境界面中的功能区空白位置右击，然后在弹出的快捷菜单中选择自定义快速访问工具栏(C)命令，弹出“Creo Parametric 选项”对话框。

02 在对话框左侧项目列表中选择“配置编辑器”选项，对话框右边会显示所有配置编辑的选项，如图 1-66 所示。

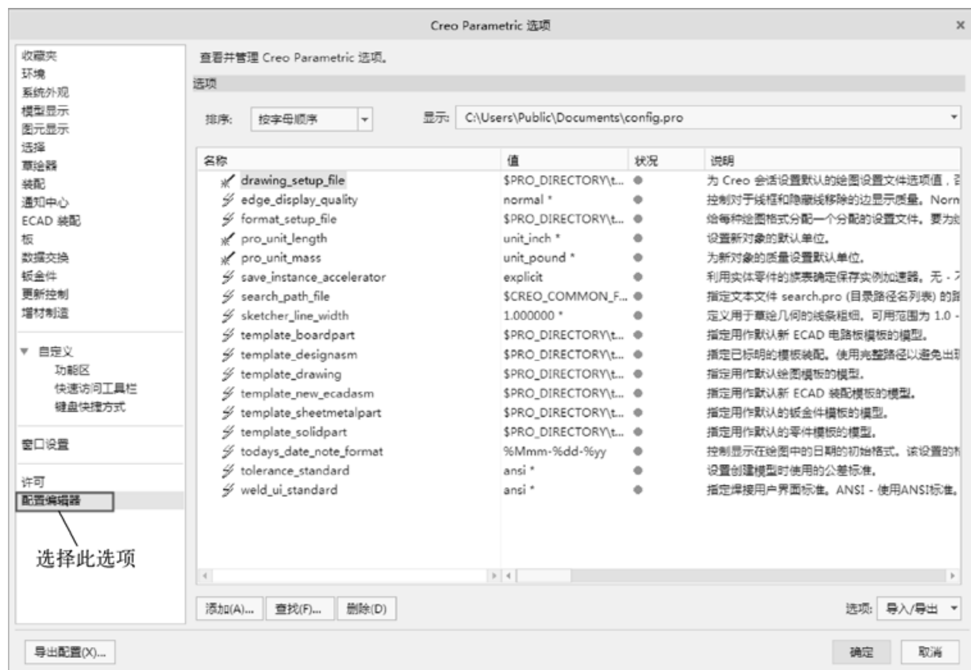


图 1-66　选择“配置编辑器”选项

03 确保排序方式为“按字母顺序”，然后在“名称”列表框中选择 template_solidpart 配置选项，此选项可以从“说明”列中看到其注解说明：指定用作默认的零件模板的模型。如图 1-67 所示。

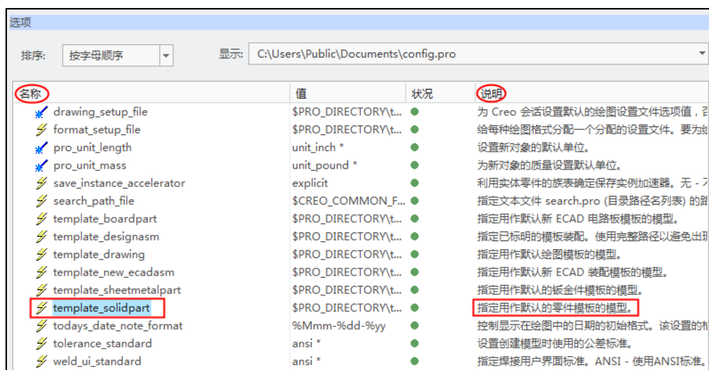


图 1-67　选择要配置的选项

04 在 template_solidpart 配置选项的“值”列中，单击 $PRO_DIRECTORY\templates\inlbs_part_... 值，这个值其实是 template_solidpart 配置选项在软件安装路径中的对应模板文件。可以重新为其选择新的值（也就是新的模板文件），单击 浏览 按钮，然后通过“选择文件”对话框找到零件模板文件所在的路径文件夹，如图 1-68 所示。



图 1-68　浏览零件模板文件

05 通过软件安装路径（笔者的安装路径为 E、\Program Files\PTC\Creo 4.0\F000\Common Files\templates\）找到 mmns_part_solid.prt 公制的零件模板文件，然后单击 打开 按钮，如图 1-69 所示。



图 1-69　打开公制的零件模板文件

06 打开公制零件模板文件后，要保证每次启动 Creo 4.0 都会有作用，必须将配置的结果导出。单击“Creo Parametric 选项”对话框左下角的 导出配置(X)... 按钮，将 config.pro 按默认路径进行保存，如图 1-70 所示。

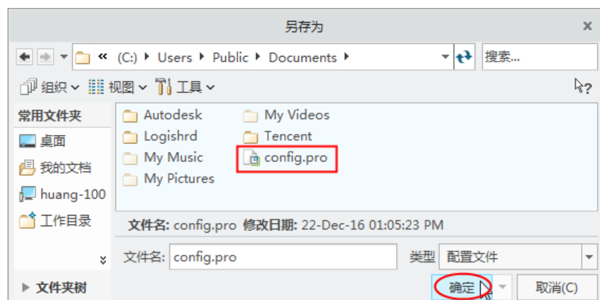


图 1-70 导出 config.pro 配置

07 接下来检验一下修改配置的效果。单击“新建”按钮，取消选择 ☐ 使用默认模板 复选框，单击 确定 按钮，在弹出的“新文件选项”对话框中可以看见，被自动选中的零件模板文件是 mmns_part_solid，如图 1-71 所示。那么也就意味着在“新建”对话框中无须每次都去重复做取消选择 ☐ 使用默认模板 复选框的操作。



图 1-71 验证配置 config.pro 后的效果

精华帖 2：在 Creo 中如何把 Y 轴设置为 Z 轴？



问题描述

网友问：“请教，我用 Creo 软件导图到犀牛软件里，图的位置产生了翻转，在犀牛中的 Z 轴变为了 Creo 里的 Y 轴，在 Creo 中，如何把 Y 轴设置为 Z 轴？”

这位网友提出的问题，其实是软件与软件之间的文件转换出现的问题。网友希望在 Creo 中做出调整。Rhino 中的模型显示如图 1-72 所示。Creo 中的模型显示如图 1-73 所示。

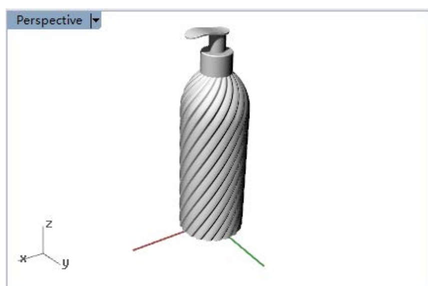


图 1-72　Rhino 中的模型显示

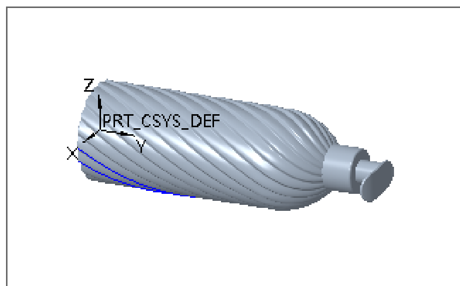


图 1-73　Creo 中的模型显示

其解决方法是： 在 Creo 中重新创建一个坐标系，在创建坐标系时，指定新坐标系 CS0 的 Z 轴为原来零件坐标系 PRT_CSYS_DEF 的 Y 轴。导出 Creo 文件时选择“自定义导出”复选框，然后以新建的 CS0 坐标系作为参考导出文件即可。

操作演示

01 在 Creo 4.0 中打开本例素材源文件“1-4.stp”。

02 然后在弹出的“导入新模型”对话框中保持默认的设置，单击 确定 按钮，完成文件导入，如图 1-74 所示。

03 在“模型”选项卡的“基准”组中单击 坐标系 按钮，弹出“坐标系”对话框。首选在模型树种选择系统导入.stp 文件时自动生成的零件坐标系 1-4 作为新坐标系的参考，如图 1-75 所示。



图 1-74　导入.stp 文件

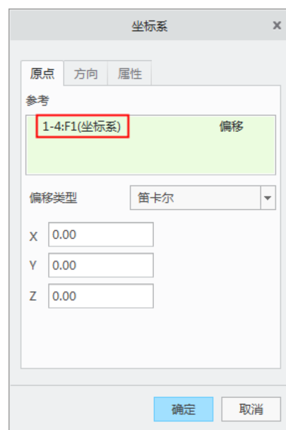


图 1-75　选取新坐标系的参考

04 在“坐标系”对话框的“方向”选项卡中，在绕 X 文本框内输入值-90，单击确定按钮，完成新坐标系 CS0 的创建，如图 1-76 所示。



图 1-76　完成新坐标系的创建



温馨提示：

要确保和 Rhino 中的坐标系各轴的指向一致。

05 选择文件 → 另存为(A) → 保存副本(A) 命令，在弹出的“保存副本”对话框中选择要导出的文件格式为 STP，并选择 ☑ 自定义导出复选框，单击确定按钮，如图 1-77 所示。



图 1-77　选择导出文件格式

06 随后弹出如图 1-78 所示的“导出 STP”对话框。单击对话框中的“选择或创建坐标系”按钮，然后在图形区或模型树中选择 CS0 作为导出参考坐标系，最后单击导出按钮，完成导出。

07 在 Rhino 中导入保存的“1-4.stp”文件，查看模型与坐标系的关系，如图 1-79 所示。由此完全解决网友提出的问题。



图 1-78　导出 STP

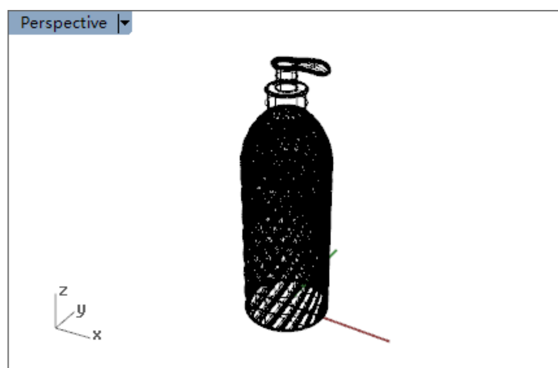


图 1-79　在 Rhino 中查看坐标系与模型

精华帖 3：求助一个关于文件版本的问题？



问题描述

网友问：“在设计过程中，一个零件，在工作目录中的所有版本中可以看到有很多个版本。请问如何恢复到之前的版本呢？”

首先笔者在此说明一下，这里的“文件版本”不是指软件版本，如 Creo 4.0、Creo 3.0 或 Creo 2.0 等，而是指在设计过程中都会养成一个良好的保存文件习惯，每次保存 Creo 文件时，会自动生成名称相同、但编号依次排序的文件，这种现象就称为“一个文件多个版本”，如图 1-80 所示。

1-1.prt.1	2014/11/29 1:02	Creo Versioned ...	1,451 KB
1-2.prt.1	2016/12/22 16:00	Creo Versioned ...	169 KB
1-2.prt.2	2016/12/22 21:29	Creo Versioned ...	169 KB
1-2.prt.3	2016/12/22 21:38	Creo Versioned ...	170 KB
1-2.prt.4	2016/12/22 21:38	Creo Versioned ...	170 KB
1-3.prt.1	2015/7/16 11:09	Creo Versioned ...	64 KB
1-4.stp	2016/12/22 20:13	STP 文件	1,848 KB

名称相同但编号不同的多个文件

图 1-80　“一个文件多个版本”

那么，多个版本的文件是怎样产生？或者说有什么作用呢？在进行设计工作时，可能会返回某个时间段去修改文件，Creo 为了不让大家的辛苦白费，同时也便于用户对原来的设计做修改，所以每次保存就会生成一个文件版本。保存文件是为了防止工作时计算机死机、断电、软件意外关闭或系统重启等因素而导致工作损失。

下面针对网友的另一个话题做出解答，“如何恢复到之前的版本呢？”其实在工作目录中找到相应的版本号（如图 1-80 中的“1-2.prt.1”文件，最后的那个数字 1 就是版本号）文件打开即可。网友还可以再提问：“工作完成后如何把多余的版本一次性删除？”接下来就跟随笔者一起操作，解决这个问题。

操作演示

01 随意打开一个 Creo 文件。

02 然后对打开的模型进行修改，每修改一次就单击快速访问工具栏中的“保存”按钮进行保存，这样就产生了 4 个版本号的同一模型文件，如图 1-81 所示的“1-2.prt（版本号 1、2、3、4）”文件。

1-1.prt.1	2014/11/29 1:02	Creo Versioned ...	1,451 KB
1-2.prt.1	2016/12/22 16:00	Creo Versioned ...	169 KB
1-2.prt.2	2016/12/22 21:29	Creo Versioned ...	169 KB
1-2.prt.3	2016/12/22 21:38	Creo Versioned ...	170 KB
1-2.prt.4	2016/12/22 21:38	Creo Versioned ...	170 KB
1-3.prt.1	2015/7/16 11:09	Creo Versioned ...	64 KB
1-4.stp	2016/12/22 20:13	STP 文件	1,848 KB

图 1-81　产生了多个版本的模型文件



温馨提示：

其实也可以到工作目录中直接将编号最高的文件保留，将编号低的多个版本删除掉。编号最高的就是就近时间保存的文件。但下面介绍的是通过软件将多余文件版本（也称“旧版本”）删除。

03 选择 文件 → 管理文件(F) → 删除旧版本(O) 命令，会弹出“删除旧版本”信息提示对话框，单击 是 按钮，如图 1-82 所示。

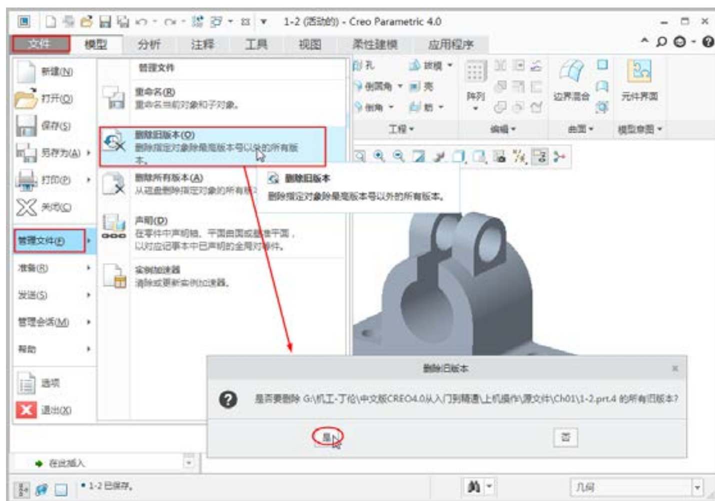


图 1-82　删除旧版本

04 打开工作目录再看下，发现所有版本文件都在，并没有被删除。这是由于 Creo 软件在执行删除旧版本文件时找不到软件系统安装路径，因此不能执行此命令。

05 在计算机桌面上右击 计算机 图标，在弹出的快捷菜单中选择 属性(R) 命令，在打开的文件窗口左侧“控制面板主页”中选择 高级系统设置 选项，弹出“系统属性”对话框，如图 1-83 所示。



图 1-83 打开“系统属性”对话框

06 单击 环境变量(N)... 按钮，在弹出的“环境变量”对话框的用户变量下单击 新建(N)... 按钮，然后新建用户变量，如图 1-84 所示。变量名为“path”，变量值为“E:\Program Files\PTC\Creo 4.0\F000\Common Files\bin”。



温馨提示：

路径中的 E:是笔者安装软件的路径，读者或许安装在其他硬盘盘符中，请注意输入正确的安装路径，

07 最后在 Creo 中选择 文件 → 管理会话(M) → 选择工作目录(W) 命令，将存在多个旧版本文件的文件夹设为工作目录即可，如图 1-85 所示。

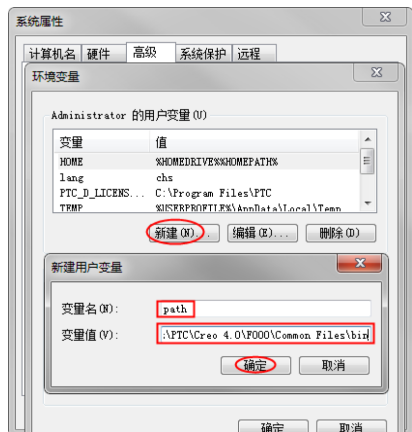


图 1-84 新建用户环境变量

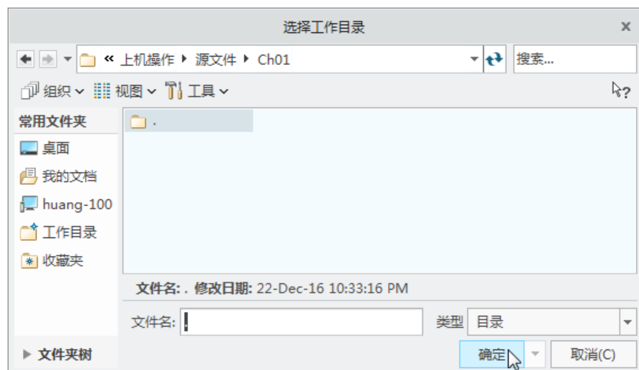


图 1-85 设置工作目录

08 最后再次选择 文件 → 管理文件(F) → 删除旧版本(O) 命令，即可将工作目录中的多个低版本号的文件删除，如图 1-86 所示。

1-1.prt.1	2014/11/29 1:02	Creo Versioned ...	1,451 KB
1-2.prt.4	2016/12/22 21:38	Creo Versioned ...	170 KB
1-3.prt.1	2015/7/16 11:09	Creo Versioned ...	64 KB
1-4.stp	2016/12/22 20:13	STP 文件	1,848 KB

只剩下最高版本号的文件了

图 1-86　已删除低版本号的文件

第 5 节　Creo工程师认证试题

一、单选或多选题

（1）模具 CAD/CAM 系统中，CAPP 是指（D）。

A．计算机辅助设计　　B．计算机辅助制造

C．计算机辅助工程　　D．计算机辅助工艺过程设计

（2）通常情况下，一个模型的基础特征是以（A）为参照开始建立的。

A．基准　　B．坐标系　　C．草绘　　D．平面

（3）Creo 是 CAD/CAM/CAE 集成软件，CAD/CAM/CAE 的意思是（A）。

A．计算机辅助设计/计算机辅助制造/计算机辅助分析

B．计算机辅助设计/计算机辅助工艺规划/计算机辅助制造

C．计算机集成制造系统/计算机辅助制造/计算机辅助分析

D．制造系统/企业资源计划/计算机管理

（4）Creo 支持的基准点有（ABCD）。

A．一般点　　B．草绘　　C．从坐标系偏移　　D．域点

（5）可以通过以下哪几种不同约束创建基准轴？（ABC）

A．穿过　　B．垂直　　C．相切　　D．平行

（6）文件以（）开始的模板使用的是公制度量单位，文件以（）开始的模板使用的是英制度量单位。（D）

A．mms, inbs　　B．inbs, mms　　C．inlbs, mmns　　D．mmns, inlbs

（7）下面扩展名是 Creo 格式是（C）

A．DWG　　B．ELT　　C．PRT　　D．DOC

（8）创建一个新的零件时应选取的模板是（C）。

A．mmks_asm_design　　B．mmns_mfg_cast

C．mmns_part_solid　　D．mmns_part_sheetmetal

（9）Creongineer 是美国参数技术公司（PTC）推出的新一代 CAD/CAE/CAM 软件，它有什么基本特点（ABCD）。

A．基于特征　　B．全参数　　C．全相关　　D．单一数据库

（10）当今世界较为流行的 CAD 软件有（ABCD）。

A．Creongineer　B．UG　C．solid works　D．solid edge

（11）要对窗口中的零件进行平移应选择（C）。

A．Ctrl+鼠标左键　B．Shift+鼠标中键

C．Ctrl+鼠标中键　D．Shift+鼠标右键

（12）打开软件后首先要做的是（D）。

A．命名　B．选择基准面

C．创建一个公制的零件　D．设定工作目录

（13）关于“备份”，以下说法中哪一项是正确的？（C）

A．备份只能将文件保存到当前目录中

B．备份可以以相同的文件名命名，也可以以不同的文件名命名

C．在备份目录中会延续备份对象以前的版本

D．如果备份绘图文件，Creo 不会在指定目录中保存所有从属文件

（14）以下哪一项不是坐标系的作用？（A）

A．计算草图面积属性

B．在有限元分析（FEA）时放置载荷及约束

C．在组装零件时定位

D．使用加工模块时为刀具轨迹提供制造操作的参照

（15）Creo 是一个基于（　　）的建模器，整个模型都是由一系列（D B）构成的。

A．草图　B．特征　C．实体　D．参数

（16）通过选定的参照点、轴、线、基准曲线或者平面放置新基准平面，这种约束类型是（A）。

A．穿过　B．偏移　C．相切　D．法向

二、判断题

（1）设定工作目录可以方便后续工作中文件的保存与打开，既便于文件的管理，也节省了文件打开的时间。(√)

（2）在“Creo 菜单中”和在“Windows 操作系统中”，对 Creo 文件进行“重命名”操作，其结果是一样的。(×)

（3）当删除文件时，将删除保存在内存中的文件，但不删除保存在磁盘中的文件。(√)

（4）Creo 中的平面是有方向的。(√)

（5）Creo 中采用专门的“输入（Import）”菜单用于读取其他格式的 CAD 模型文件。(×)

（6）两轴创建坐标系是指可以选取两轴或者实体边来创建坐标系。(×)

（7）基准平面是无限大的。(√)

（8）自文件创建基准曲线，一次性可读取一个文件中的多条曲线，并且可以重定义这些曲线。(√)

三、绘图题

（1）使用 4 种方法创建基准轴，如图 1-87 所示。

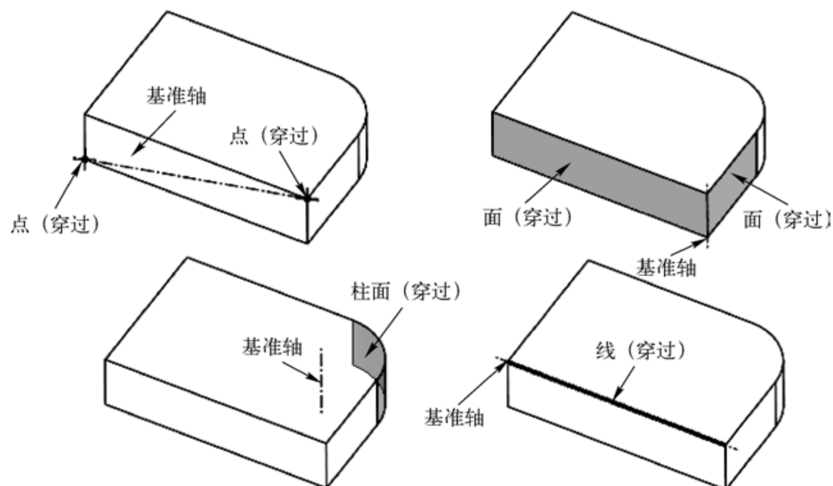


图 1-87　使用 4 种方法创建基准轴

（2）使用 4 种方法创建基准平面，如图 1-88 所示。

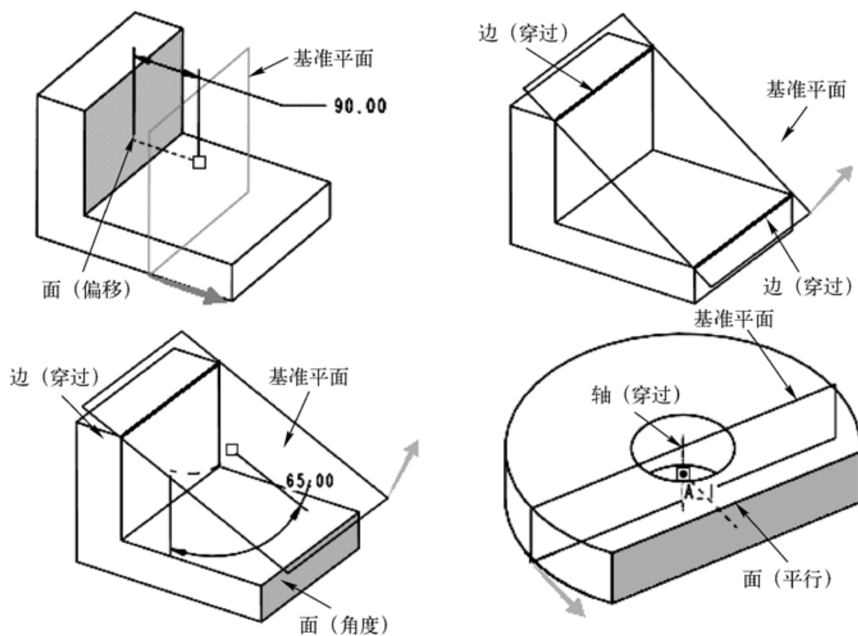


图 1-88　使用 4 种方法创建基准平面



第 2 章 二维草图绘制



本章导读

在三维建模中，二维草图所代表的是创建模型所需的横截面，总体上说，机械模型通常都是基于草图截面沿指定的矢量方向进行扫描而得到的。因此，草图的绘制是三维建模的重要一环，打牢这个基础，三维建模也就相对比较简单了。

本章将学习二维图形在草绘环境中的绘制方法，以及所遇到的各种各样的问题的解决方式。



案例展现

案　例　图	描　　述
	由于图形的内部有一个完整的封闭环，这部分图形也是一个完整图形，但这个内部图形的定位尺寸参考均来自于外部图形中的“连接线段”和“中间线段”。所以绘图顺序是先绘制外部图形，再绘制内部图形。 可以确定所绘制的参考基准中心位于Ø32圆的圆心，从标注的定位尺寸就可以轻易看出
	确定整个图线的尺寸基准中心，从基准中心开始，陆续绘制出主要线段、中间线段和连接线段。 基准线有时是可以先画出图形，然后再去补充的

第 1 节　Creo 4.0 草绘环境

Creo 4.0 的草绘环境（也称“草绘器”）是用于绘制草图的工具集成环境。草图是在指定平面上绘制的点、曲线的集合。图 2−1 所示为在草绘环境中某个基准平面上绘制的图形。

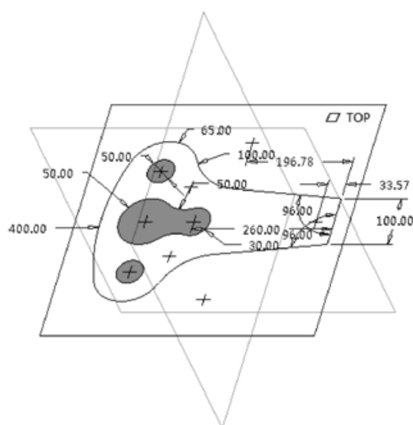


图 2−1　基准平面上的草图

一、进入草绘环境的方式

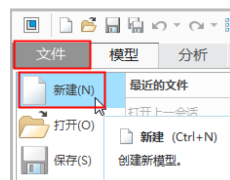
在 Creo 中，可以通过 3 种途径进入草绘环境。

1）第一种是建立新的草绘文件，直接进入到单一的草绘环境中。用这种方式绘制的草绘截面文件可以单独保存，并且在创建特征时可以重复利用。

2）第二种是从零件环境中创建草绘曲线时进入草绘环境。

3）第三种是在创建基础实体特征的过程中，通过绘制所需的截面进入草绘环境。

按钮位置:



1．通过创建草绘文件进入草绘环境

通过新建一个草绘文件，激活草绘器并进入草图绘制环境。

在菜单栏中选择 文件 → 新建(N) 命令，或者单击快速访问工具栏中的“新建”按钮，弹出“新建”对话框，如图 2−2 所示。

在“新建”对话框的“类型”选项组中选择 草绘 单选按钮，输入草图名称后再单击 确定 按钮，即可进入草绘环境。

2．在零件设计环境中创建草绘曲线

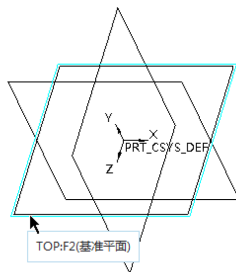
在零件设计环境中，单击“模型”选项卡的“基准”组中的“草绘”按钮，弹出“草绘”对话框。在绘图区或者模型树中，单击选取一个基准平面作为草绘平面，再单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，也可激活草绘器，如图 2−3 所示。

按钮位置:





图 2-2　新建草绘文件



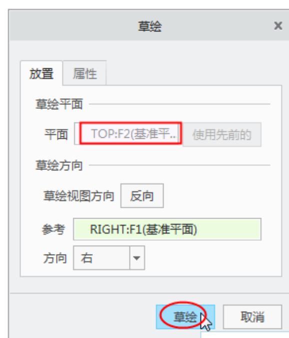


图 2-3　激活草绘器

3．通过创建某个特征而激活草绘器

在零件设计环境中，插入某个特征，可以打开操控板。例如，创建拉伸特征，在“拉伸”操控板中激活“草绘”收集器，或者直接选取一个基准平面作为草绘平面，同样可以进入草图绘制环境中，如图 2-4 所示。

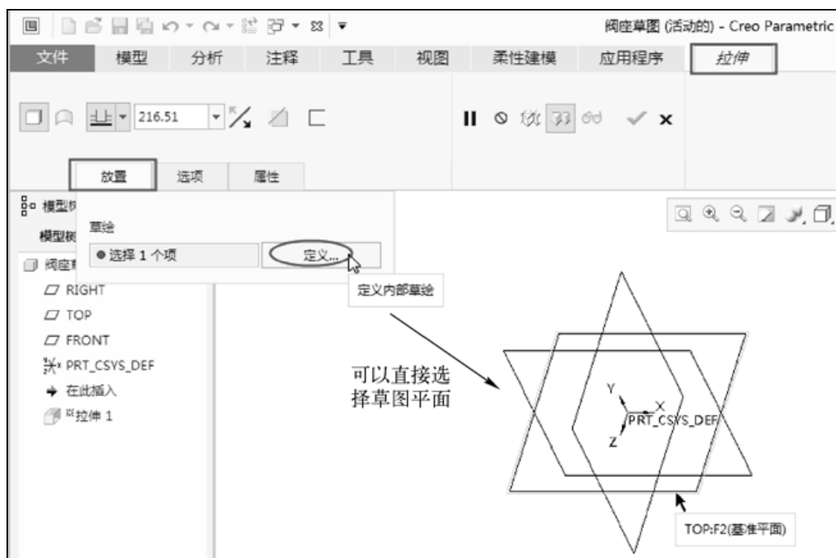




图 2-4　从插入特征进入草绘环境

二、草绘环境界面与设置

Creo 4.0 的草图绘制环境如图 2-5 所示。草绘环境中的绘图命令从左到右有序排列，使用户操作起来十分便捷，排序方式也是根据绘制草图的先后顺序进行的。

图形区中的基准平面、基准坐标系和基准线能帮助我们对草图进行约束时提供必要的参考，

1．草绘环境中的颜色设置

1）选择 文件 → 选项 命令，弹出“Creo Parametric 选项”对话框。然后选择对话框左边

的 系统外观 选项，在右边的设置区域中展开 全局颜色 下的 ▼ 草绘器 设置列表。

2）可以根据喜好设置草绘环境中各元素的颜色，如图 2-6 所示。

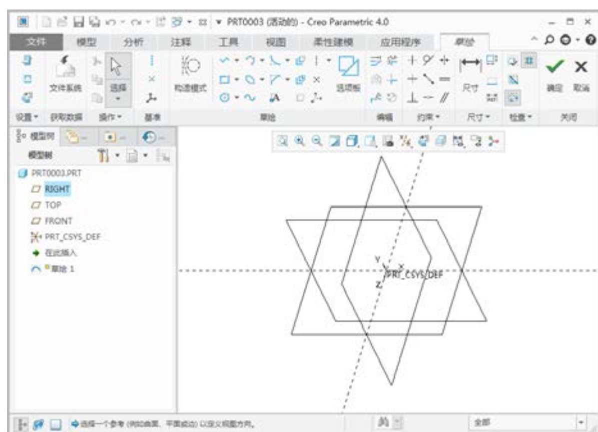


图 2-5　草绘环境

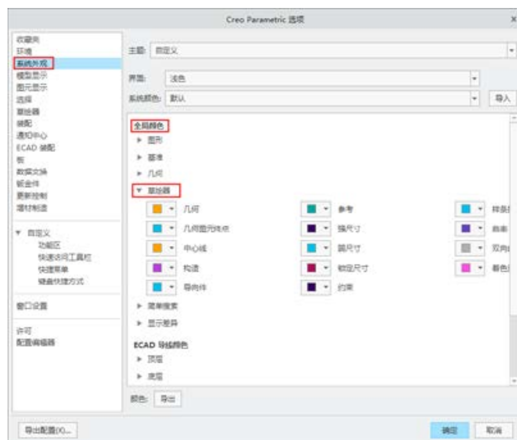


图 2-6　设置草绘器颜色

2．草图对象显示、栅格、样式和约束设置

1）在“Creo Parametric 选项”对话框左边选择 草绘器 选项，然后在右边的设置区域中根据需求按照如图 2-7 所示启用相关复选框。在绘制过程中，有些选项可能会妨碍绘图，在此选项卡中取消启用某复选框，会从视觉上简化草图。

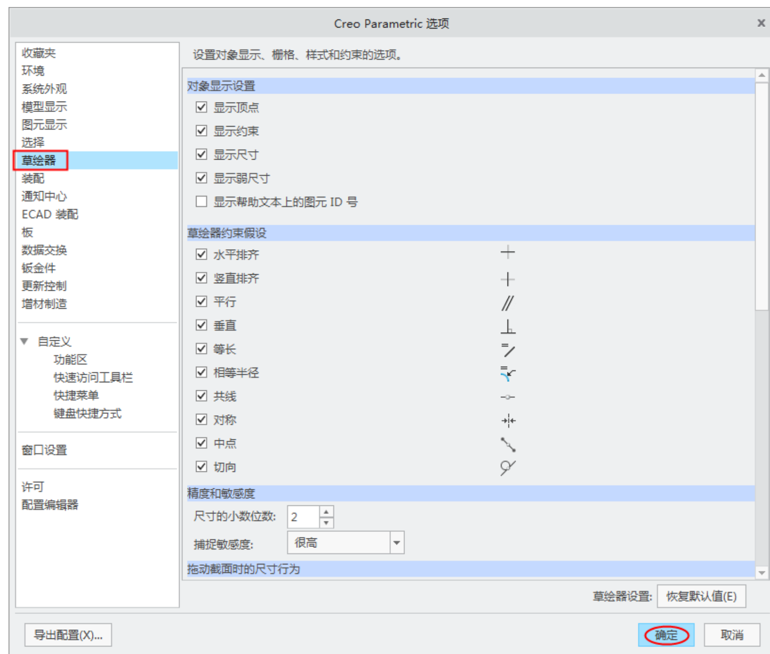


图 2-7　设置草绘器

2）建立约束关系的作用是有助于在图元之间建立联系和更好地定位图元。最后单击 确定 按钮，完成设置。



第 2 节 草绘环境中的几何图元

草绘环境中的几何图元包括点与各种线性图元，如直线、矩形、圆/椭圆、圆弧、多边形和样条曲线等。

一、绘制图元

1. 点 ✕ 点

在 Creo 草图中的点可分成两种：基准点和几何点（如图 2-8 所示）。几何点的线型是虚线，图标按钮位于“模型”选项卡的“草绘”组中；基准点的线型是实线，图标按钮位于“模型”选项卡的“基准”组中，仅仅作为绘图参照使用。两者绘制直线的方法相同。



图 2-8 基准点与几何点

绘制几何点或者基准点后，右击此点并在弹出的快捷菜单中选择 属性 命令，以改变其线型属性，如图 2-9 所示。



图 2-9 更改点的属性

2. 直线 线

直线可分为两种线形，即 线链 和 直线相切 。线链是由两个点定义的直线段，直线相切线是指在两个圆或圆弧图元间创建的公切线，如图 2-10 所示。

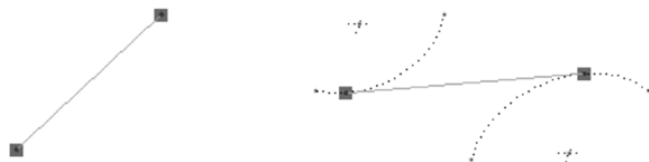


图 2-10 线链和直线相切

选中直线，按【Shift+G】组合键或在弹出的菜单中单击 切换构造 按钮，可将实线转换成虚线，如图 2-11 所示。



图 2-11　切换直线为构造线

3．矩形

“草绘”组中有 4 种绘制矩形的工具，如图 2-12 所示。

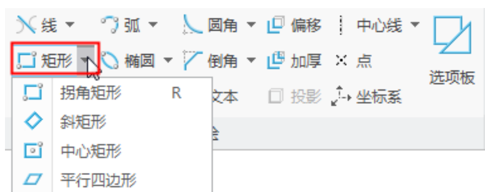


图 2-12　4 种绘制矩形工具

- 拐角矩形：以确定对角点位置的方式来绘制矩形，如图 2-13 所示。
- 斜矩形：先以角点 1 和角点 2 确定斜矩形的固定边，然后再指定矩形的第 3 点来确定矩形的倾斜角度，如图 2-14 所示。
- 中心矩形：以矩形的中心和其中一个角点来绘制矩形，这个角点可以决定矩形的大小，如图 2-15 所示。
- 平行四边形：以 3 点方式自由确定 3 个角点的位置，以此确定矩形的大小和形状，如图 2-16 所示。



图 2-13　拐角矩形



图 2-14　斜矩形

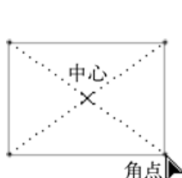


图 2-15　中心矩形



图 2-16　平行四边形

4．圆

圆的绘制方法包括“圆心和点”“3 点”“3 相切”和“同心”4 种，如图 2-17 所示。



图 2-17　绘制圆的 4 种工具

- 圆心和点：是指分别用圆心和半径上的一点来确定圆心的位置和大小，如图 2-18 所示。
- 同心：绘制与已有圆弧或圆相同圆心的圆，如图 2-19 所示。

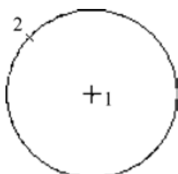


图 2-18　圆心和点

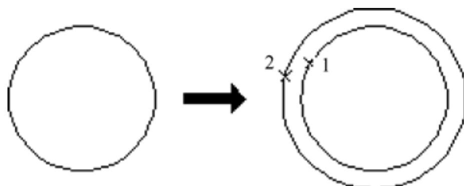


图 2-19　同心

- 3 点：通过不共线的 3 个点绘制圆，如图 2-20 所示。
- 3 相切：绘制与已知 3 个图元相切的圆，如图 2-21 所示。

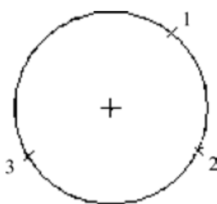


图 2-20　3 点

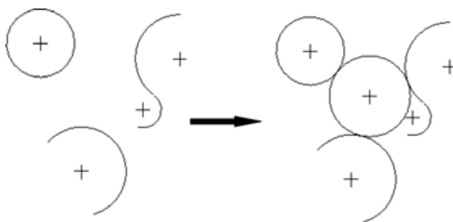


图 2-21　3 相切

5．圆弧 弧

绘制圆弧的工具有“3 点/相切端”“同心”“圆心和端点”“3 相切”和“圆锥”5 种，如图 2-22 所示。

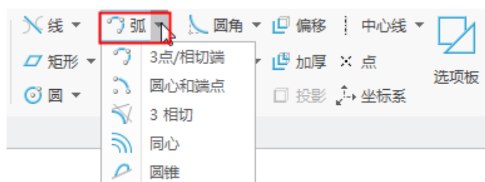


图 2-22　绘制圆弧的 6 种工具

- 3点/相切端：选择第 1 点作为圆弧的起点，选择第 2 点作为圆弧的终点，选择第 3 点作为圆弧上一点，绘制通过这 3 个点的弧，如图 2-23 所示。
- 同心：在已知圆或圆弧上选择一点，显示一个与该圆或圆弧同心的虚线圆。移动鼠标确定圆弧的半径，然后在该虚线圆上选择两点截取一段圆弧即可，如图 2-24 所示。
- 3 相切：选择第 1 个图元，其上将放置圆弧的起点，然后选择第 2 个图元，其上将放置圆弧的终点，最后选择第 3 个图元，创建与这 3 个图元均相切的圆弧，如图 2-25 所示。
- 圆心和端点：选择一点将产生一个以该点为圆心的虚线圆。移动鼠标调整圆的半径，在虚线圆上选择两点来截取一段圆弧，如图 2-26 所示。
- 圆锥：指定锥圆弧的第 1 个端点和第 2 个端点，会用一条中心连接两端点，然后选择锥圆弧的一个肩点（锥圆弧上重要的控制点，位于圆弧的“肩”部），通过这 3 个

点确定一段锥圆弧，如图 2-27 所示。

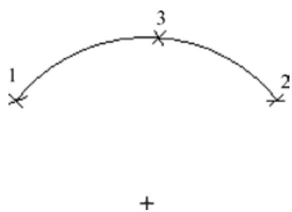


图 2-23　3点/相切端

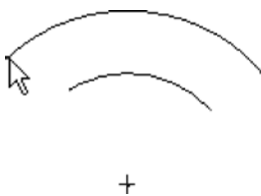


图 2-24　同心

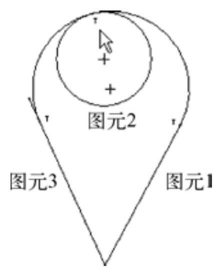
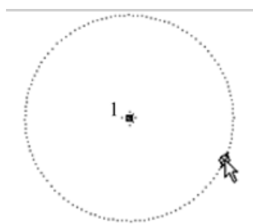


图 2-25　3 相切



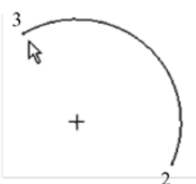


图 2-26　圆心和端点

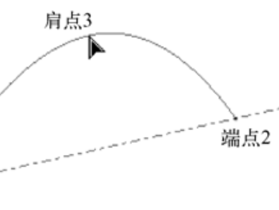


图 2-27　圆锥

6．椭圆 椭圆

椭圆的绘制方法有“轴端点椭圆”和“中心和轴椭圆”两种，如图 2-28 所示。

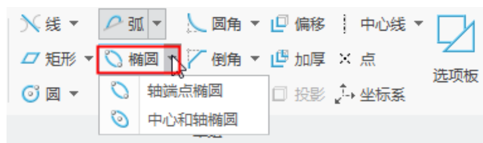


图 2-28　椭圆工具

- 轴端点椭圆：以长轴的两个端点和一个短半轴端点来绘制椭圆，如图 2-29 所示。
- 中心和轴椭圆：以椭圆中心、长半轴端点及短半轴端点来绘制椭圆，如图 2-30 所示。

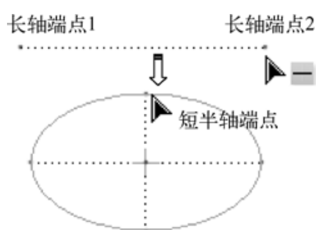


图 2-29　轴端点椭圆

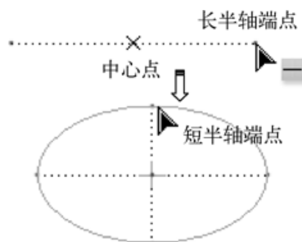


图 2-30　中心和轴椭圆

7．样条 样条

单击“草绘”组中的样条按钮，先在工作区内确定样条曲线的起点。单击适当位置确定样条曲线经过的第 2 点，根据需要确定其他点，直到绘制出符合要求的样条曲线为止，如图 2-31 所示。



图 2-31 绘制样条曲线

8．绘制文本 文本

单击“草绘”组中的 文本按钮，要求先在工作区内指定两点并用一条直线连接这两点，随后将打开如图 2-32 所示的“文本”对话框，在其中可以设置文本内容和样式。



技巧点拨：

这两点的间距是单个文字的高度，直线方向就是文本的放置方向，大致有 4 种方向，如图 2-33 所示。



图 2-32 “文本”对话框

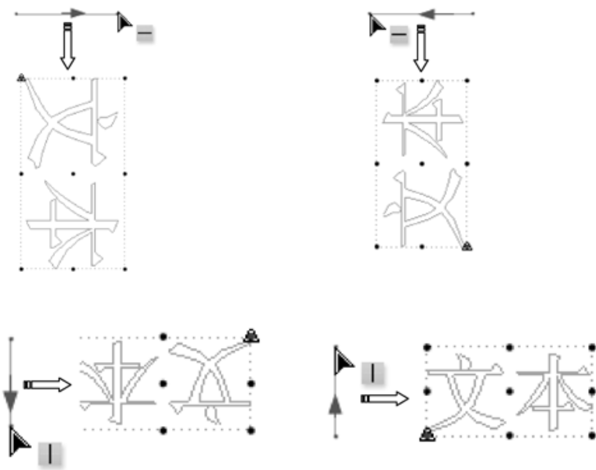


图 2-33 直线长度及方向与文本的关系

“文本”对话框中的常用选项及其用途如下。

- “文本”选项组：在 输入文本 文本框中输入文本内容，单击“文本符号”按钮，打开如图 2-34 所示的“文本符号”面板，选择要添加符号到文本内容。
- 选择字体：在其下拉列表框中选择字体类型。
- “位置”选项组：设置水平和垂直位置。
- 长宽比：通过滑动滑块或在“长宽比”文本框中输入比例值来设置文字长宽比例。
- 斜角：输入角度值设置斜角。当角度为正时，文字向顺时针方向倾斜；当角度为负时，文字向逆时针方向倾斜。
- 沿曲线放置：选择“沿曲线放置”复选框，将沿指定的曲线放置文本，单击反向按钮 将改变文本的放置侧。图 2-35 所示为沿曲线放置文本。



图 2-34　“文本符号”面板

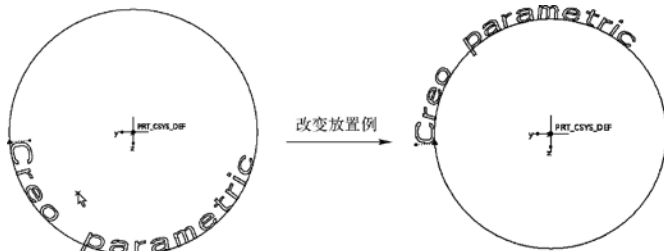


图 2-35　沿曲线放置文本



温馨提示：

如果一开始文本放置方向就错了，那么可以在关闭“文本”对话框后，选中文字，在弹出的菜单中单击“旋转调整大小”按钮，编辑文本方向，如图 2-36 所示。

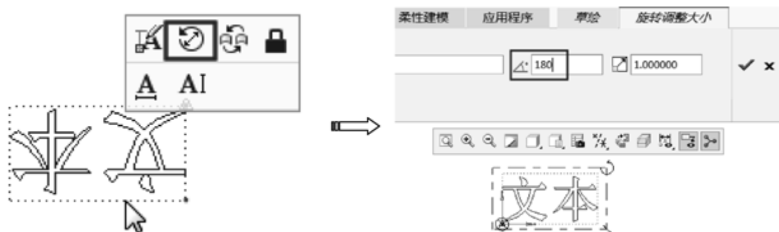


图 2-36　旋转文本调整方向

9．草绘器选项板

草绘器选项板是 Creo 向用户提供的二维图形库，一些常用的多边形、轮廓形状及星形图案都可以从中调取出来，无须用户绘制，大大提高了绘图效率。

在“草绘”组中单击按钮，弹出“草绘器选项板”对话框。有 4 种图案类型供用户选择，如图 2-37 所示。选中所需的图形，直接拖曳到图形区中放置即可，然后通过“导入截面”操控板对图形进行平移、旋转或缩放等操作，如图 2-38 所示。

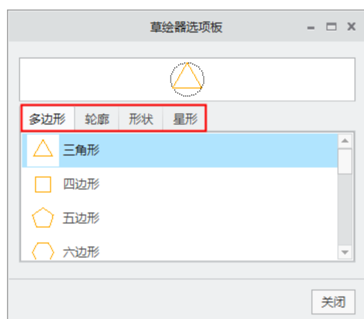


图 2-37　“草绘器选项板”对话框

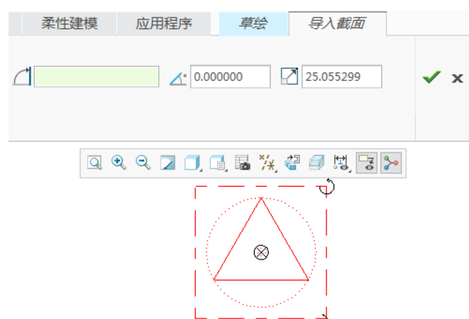


图 2-38　使用图形并操作图形

二、在已有图元上创建几何

可以在已有图元上创建几何。下面讲解草图中圆角和倒角的绘制方法，以及偏移和加厚



操作，这些图元操作工具如图 2−39 所示。



图 2−39　图元操作工具

1．圆角 圆角

圆角工具有 4 种类型，分别如下。

- 圆形：绘制的圆角是圆形，原先的边角被修剪但保留了构造线形态，便于尺寸标注，如图 2−40 所示。
- 圆形修剪：绘制的圆角是圆形，边角被完全修剪，无构造线，如图 2−41 所示。
- 椭圆形：绘制的圆角是椭圆形，边角被修剪但保留了构造线形态，便于尺寸标注，如图 2−42 所示。
- 椭圆形修剪：绘制的圆角是椭圆形，边角被完全修剪，无构造线，如图 2−43 所示。

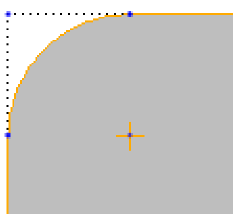


图 2−40　圆形

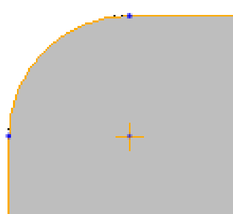


图 2−41　圆形修剪

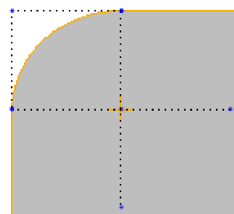


图 2−42　椭圆形

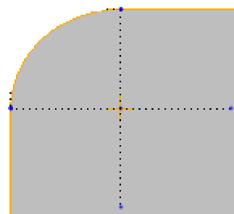


图 2−43　椭圆形修剪

2．倒角 倒角

倒角分为“倒角”和“倒角修剪”两种类型。倒角与圆角一样，都是在两条边或曲线进行修剪。圆角的结果是圆形，倒角的结果直线。倒角工具是通过控制边长来创建倒角的。

- 倒角：创建的倒角将保留原边长构造线及尺寸标注，如图 2−44 所示。
- 倒角修剪：创建的倒角将被完全修剪，并不会保留原边长及尺寸标注，如图 2−45 所示。

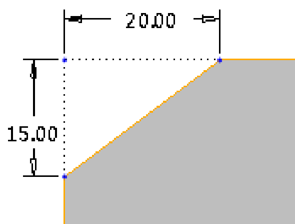


图 2−44　倒角

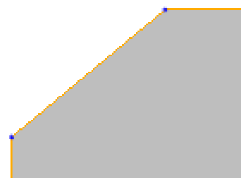


图 2−45　倒角修剪

3．偏移

根据已有的图元（或模型边）作为偏移参考，输入一定的偏移距离并确定偏移方向后，即可产生新的偏移几何，如图 2-46 所示。

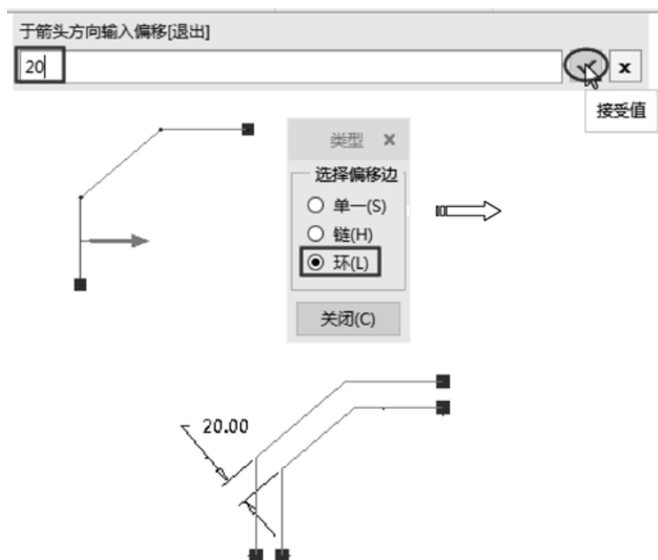


图 2-46　创建偏移几何



技巧点拨：

可以输入负值来改变偏移方向。图 2-46 中的方向箭头是不可选的。

在选择要偏移的边时，有 3 种选择方式。

- 单一(S)：此方式仅局限于选择单条边进行偏移。
- 链(H)：此方式可以选择连续的两条边进行偏移。
- 环(L)：此方式可以对连续的多条边进行偏移。

4．加厚

“加厚”命令是在原几何的基础之上先创建加厚几何，再创建偏移几何。



上机操作——创建加厚几何

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch02\创建加厚几何.prt

演示视频路：\视频\Ch02\创建加厚几何.avi

01 新建零件文件，并单击“草绘”按钮，选择 FRONT 基准平面作为草图平面进入草绘环境中。

02 利用 线链 命令，绘制如图 2-47 所示的 L 形直线。

03 在“草绘”组中单击 加厚按钮，弹出“类型”对话框。选择 环(L) 和 平整(F) 单选按钮，如图 2-48 所示。



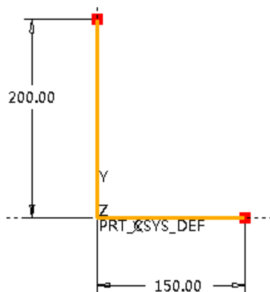


图 2-47　绘制 L 型直线



图 2-48　选择加厚类型

- 开放(O)：加厚的几何与原曲线封闭端是开放的，如图 2-49a 所示。
- 平整(F)：加厚的几何与原曲线封闭端是封闭的，呈直线封闭，如图 2-49b 所示。
- 圆形(C)：加厚的几何与原曲线封闭端是封闭的，呈圆形封闭，如图 2-49c 所示。

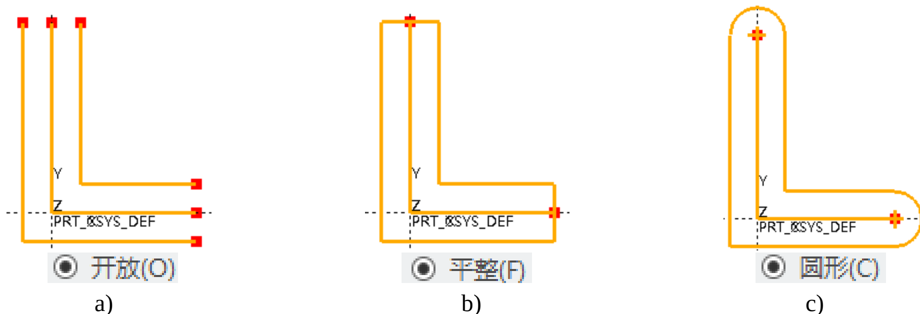


图 2-49　封闭端形式

04 然后选取绘制的 L 形直线，在图形区顶部的“输入厚度”文本框内输入加厚值为 60，单击“接受值”按钮后弹出“于箭头方向输入偏移”文本框，输入偏移值“-30”，单击“接受值”按钮，完成加厚几何的创建，如图 2-50 所示。



图 2-50　输入加厚厚度和偏移距离

05 最后单击“类型”对话框中的关闭按钮，完成操作。

5．投影 投影

使用“投影 ”命令可以创建几何，方法是将选定的模型曲线或边投影到草绘平面上。

上机操作——利用投影几何创建特征

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch02\利用投影几何创建特征.prt

演示视频路径：\视频\Ch02\利用投影几何创建特征.avi

01 打开本例素材源文件“2-1.prt”。

02 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。

03 选择模型上的一个平面作为草图平面（红色高亮显示的面），直接进入到草绘环境中，如图 2-51 所示。

04 在草绘环境下的“草绘”组中单击 投影 按钮，弹出“类型”对话框。选择“环”单选按钮，然后选择模型平面，该平面上的所有边将被拾取，如图 2-52 所示。

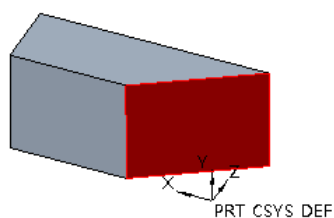


图 2-51 选择草图平面

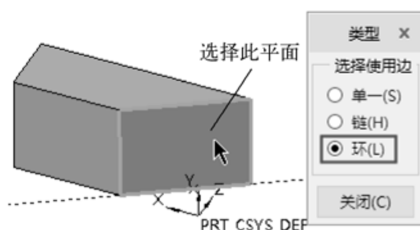


图 2-52 选择要投影的边

05 单击“关闭”组中的“确定”按钮，退出草绘环境。在“拉伸”操控板中输入拉伸深度为“150” 150.00，最后单击“确定”按钮，创建特征，如图 2-53 所示。





图 2-53 创建拉伸特征

三、图元的编辑

图元的编辑工具位于“编辑”组中，如图 2-54 所示。

1．修改 修改

“修改”工具是用来修改尺寸标注的。单击 修改 按钮，选择要修改的尺寸值，可以选择单个尺寸或多个尺寸进行修改，随后弹出“修改尺寸”对话框，如图 2-55 所示。



图 2-54 图元编辑工具

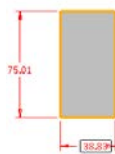




图 2-55 “修改尺寸”对话框

在不同的尺寸文本框中修改值，然后单击 确定 按钮，完成修改。

- ☑ 重新生成(R)：选择该复选框后，在每次修改尺寸标注后立即使用新尺寸动态再生图元，否则将在单击“确定”按钮关闭“修改尺寸”对话框后再生图形。
- ☑ 锁定比例(L)：选择该复选框后，在调整一个尺寸大小时，图形上其他同种类型的尺寸同时被自动以同等比例调整，从而使整个图形上的同类尺寸被等比例缩放。

2. 删除段 删除段

“删除段” 删除段 工具用来删除草图中的曲线。通常主体轮廓完成后需要修剪多余的曲线，如图 2-56 所示。

3. 镜像 镜像

镜像以镜面为基准在另一侧产生一个影像，即以用户所选的中心线为基准在中心线的另一侧与源图元等距的位置产生一个与源图元完全一致的副本。

先选取要镜像的图元，单击 镜像 按钮，选择一条中心线，即可获得镜像结果，如图 2-57 所示。

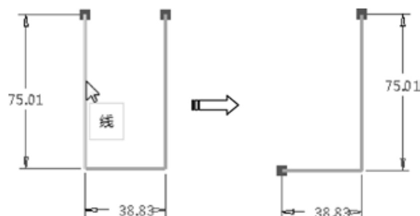


图 2-56 删除段

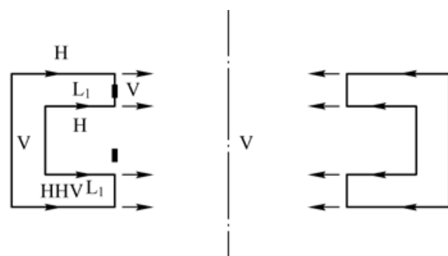


图 2-57 镜像结果

4. 拐角 拐角

拐角是一种修剪图元的特殊方式。选择图元的位置与修剪结果相关，选取位置为保留，如图 2-58 所示。

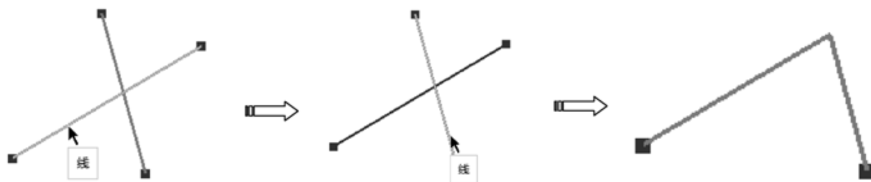


图 2-58 创建拐角

5. 分割

分割工具可以将曲线打断于光标选取点，如图 2-59 所示。

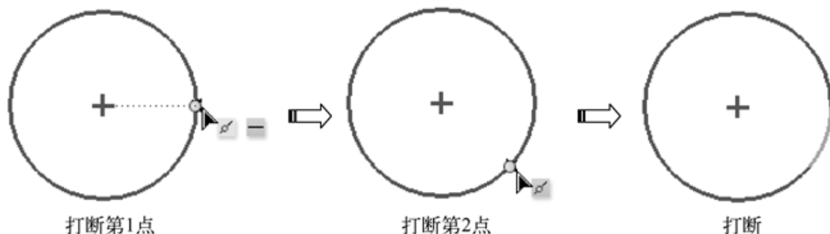


图 2-59 分割于点

6．旋转调整大小

选中要编辑的图元，单击旋转调整大小按钮，会打开“旋转调整大小”操控板，如图 2-60 所示。通过操控板可以平移、旋转或缩放操作图元。



图 2-60 “旋转调整大小”操控板

当然，还可以直接在图元上拖动右上角的旋转符号进行旋转，拖动右下角的缩放符号进行缩放，拖动中间的移动符号进行平移，如图 2-61 所示。

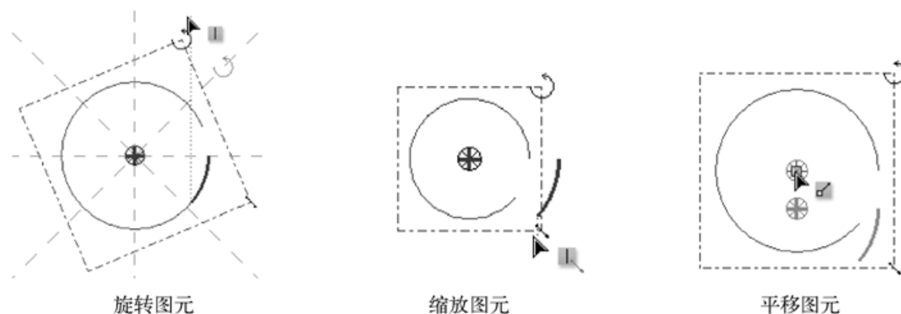


图 2-61　直接操控图元

第 3 节　约束几何图元

Creo 草绘环境中的约束分为尺寸约束和几何约束两种。

一、尺寸约束

二维图形中的尺寸非常重要。尺寸驱动的基本原理是根据其大小来精确确定模型的形状和大小，它简化了设计过程，增加了设计自由度，使设计者在绘图时只需绘制图形的大致轮廓，然后通过尺来生成准确的模型。

草绘环境中的“尺寸”组的尺寸约束工具如图 2-62 所示。尺寸的组成示意图如图 2-63 所示。



图 2-62　尺寸约束工具

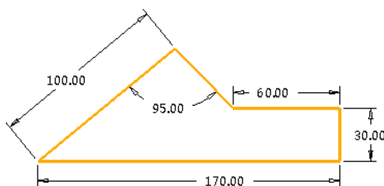


图 2-63　尺寸的组成

1．尺寸标注 尺寸|⟷|

“尺寸”工具|⟷|的标注对象主要是平行标注、水平/竖直标注、角度标注、半径/直径标注和距离标注等，见表 2-1。

表 2-1　尺寸标注方法

范　　例	标注方法
水平标注：	选取直线，然后在直线上方或下方单击鼠标中键放置尺寸
竖直标注：	选取直线，然后在直线的左侧或右侧单击鼠标中键放置尺寸
平行标注：	选取直线，然后在直线的平行位置单击鼠标中键放置尺寸
直径标注：	在圆或圆弧上任意选取两点，然后在圆内部或外部单击鼠标中键放置尺寸
半径标注：	在圆或圆弧上任意选取一点，然后在圆内部或外部单击鼠标中键放置尺寸
角度标注：	选取两条相交线，然后在其他位置单击鼠标中键放置尺寸
距离标注：	选取同一直线或者不同直线上的两个点，然后单击鼠标中键放置尺寸
周长：	选择要标注周长的圆或圆弧，然后选取圆上已有半径或直径尺寸作为变量，并自动标注周长
基线：	基线标注是标注装配图的重要方式之一，即标注出整个图纸的基准点的横、纵坐标

在绘制图元时，Creo 会自动产生尺寸标注，这个尺寸标注是临时的尺寸，也称“弱尺寸”。通过上面介绍的方法进行标注的尺寸称为“强尺寸”。



技巧点拨：

如果觉得自动标注的尺寸遮挡图形的观察，或者影响绘图，可以通过选项设置来将其关闭，如图 2-64 所示。

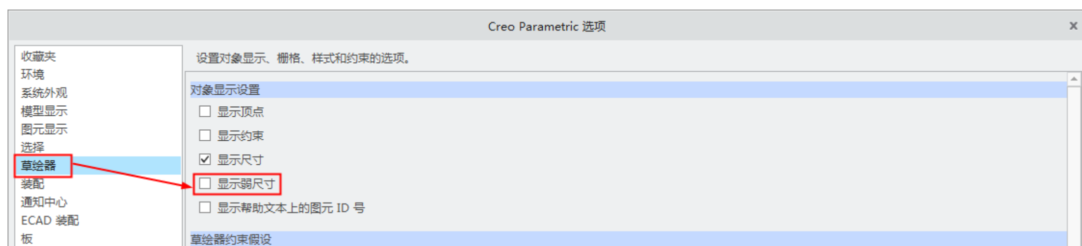


图 2-64　关闭弱尺寸的显示

2．尺寸的编辑

尺寸的修改在前面已经介绍过了，还可以在图形区中选中尺寸，会弹出快显菜单，如图 2-65 所示。



图 2-65　尺寸的快显菜单

- 切换锁定：可通过锁定尺寸来避免因意外拖动顶点或图元而导致的在草绘器模式外修改截面。在退出或重新进入草绘器模式时，尺寸的锁定状态仍将保留。
- 修改：可以单击此按钮进行尺寸值的修改。
- 替换：可以用相应尺寸替换现有的“草绘器”尺寸，以便使新尺寸保持原始的符号尺寸（sd#)。当要保留与原始尺寸关联的其他数据时（例如，在“绘图”模式中添加了几何公差符号或额外文本），替换尺寸非常有用。
- 参考：参考尺寸不作为强尺寸使用，仅作为参考。

二、几何约束

在草绘环境下，系统有自动捕捉一些“约束”的功能，用户还可以人为地控制约束条件来实现草绘意图。这些约束大大简化了绘图过程，也使绘制的剖面准确而简洁。

建立约束是编辑图形必不可少的一步，在草绘环境中的“约束”组中有多种约束，如图 2-66 所示。默认情况下，在绘制图元时，会自动产生相应的几何约束，如图 2-67 所示的图形，自动产生了水平约束、竖直约束和重合约束。



图 2-66　约束的类型

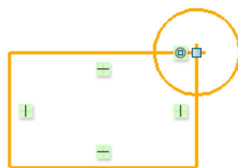


图 2-67　自动产生的几何约束

添加约束的方法是：单击某个约束按钮，然后拾取要约束的对象即可。除了水平、竖直和中点约束外（单个图元），其他约束都是针对两个或多个对象进行的。

第 4 节　草图综合训练

草图的绘制要领是除了掌握草绘中的图元命令外，更应该熟悉二维图形的基本要求，保持图纸表达清晰、整齐、完整及合理。

对于新手来说，绘制二维图形的最大问题不是命令的掌握程度，而是不知道从何处开始



绘制。当然还有其他次要问题，下面就来说说这些问题。

1．难点 1：“从何处着手？”

二维图形的绘制首先要找到参考基准，从参考基准（绘制参照）开始绘制。

- 一般来说，在有圆、圆弧或椭圆的图中，参考基准就是其圆心，如图 2−68 所示。如果有多个圆出现，那么以最大圆的圆心作为参考基准中心。
- 如果整个图形中没有圆，那么从测量基准点开始绘制，也就是左下角点或者左上角点（从左到右的绘图顺序），如图 2−69 所示。

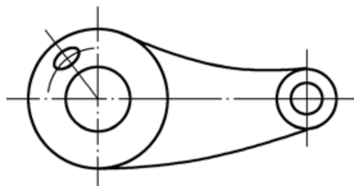


图 2−68　以圆心为参考基准

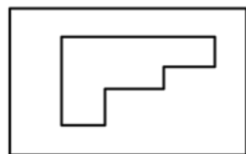


图 2−69　以角点作为参考基准

- 某些图形中有圆、圆弧或椭圆等，但不是测量基准，不足以作为参考基准使用，那么仍然以左下角点为参考基准中心，如图 2−70 所示。

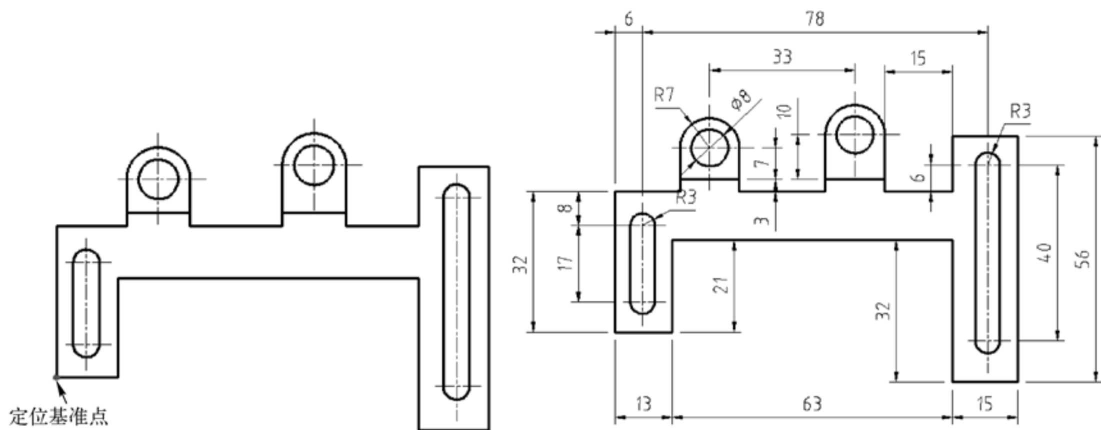


图 2−70　图形中有圆，圆心不能作为参考基准的情况



技巧点拨：

综上所述，对于参考基准不是很明确的情况，要进行综合分析，首先要确定图形中的圆是不是主要的轮廓线；其次确定是不是测量基准（对于有尺寸的图形而言）；若没有尺寸标注，最后需要分析这个圆是不是主要轮廓圆（主要轮廓是针对“此截面是否为主体特征截面”而言的），若不是主要轮廓，就以直线形图形的角点作为参考基准中心。

2．难点 2：图形的结构分析

新手绘图的第二个难点莫过于图形的结构分析。看见一个图形，首先就要分析此图形的结构。之所以要分析结构，是因为要找到快速绘图的捷径。举例如下。

● 对称结构：对于对称结构的图形，将用到草绘环境中的 镜像 工具，先绘制对称中心线一侧的图形，再镜像出另一侧的图形，如图 2-71 所示。
● 旋转结构：对于此结构图形，可以先在水平或者竖直方向上绘制图形，然后使用 旋转调整大小 工具旋转一定角度即可，可以减少倾斜绘制图形的麻烦，如图 2-72 所示。

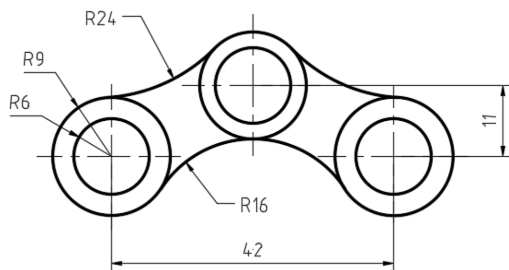


图 2-71　对称结构

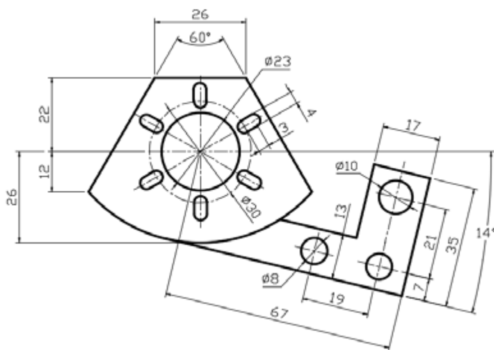


图 2-72　旋转结构

● 阵列结构：具有阵列特性的图形分为线性阵列和圆形阵列两类。在 Creo 中，线性阵列和圆形阵列可以使用复制和选择性粘贴工具完成，不过一次只能阵列一个成员。具有阵列特性的图形如图 2-73 所示。

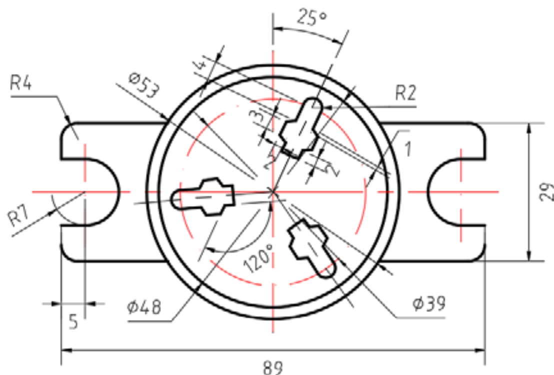


图 2-73　具有阵列特性的图形

3．难点 3：确定作图顺序

每一个二维几何图形都由已知线段、中间线段和连接线段构成。找到绘制的基准中心以后，接着就以“已知线段→中间线段→连接线段”的顺序展开绘制。举例如下。

绘制手柄支架草图的步骤如下。

1）先绘制出基准线和定位线，如图 2-74 所示。

2）画已知线段，如标注尺寸的线段，如图 2-75 所示。

3）画中间线段，如图 2-76 所示。

4）画连接线段，如图 2-77 所示。

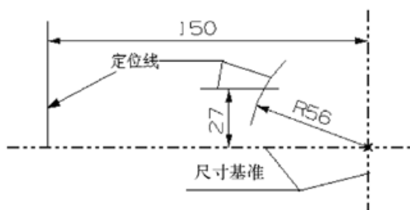


图 2-74　画基准线和定位线

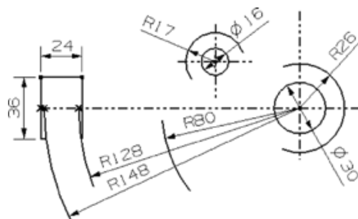


图 2-75　画已知线段

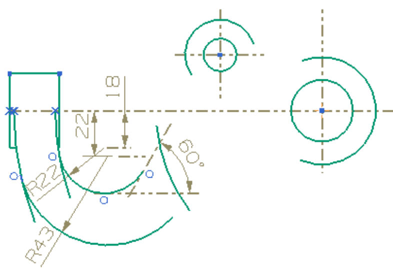


图 2-76　画中间线段

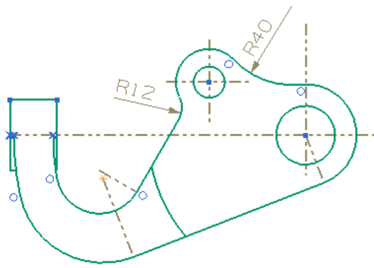


图 2-77　画连接线段

- 已知线段：在图形中起到定形和定位作用的主要线段，定形尺寸和定位尺寸齐全。
- 中间线段：主要起到定位作用，定形尺寸齐全，定位尺寸只有一个。另一个定位由相邻的已知线段来确定。
- 连接线段：起到连接已知线段和中间线段的作用，只有定形尺寸，没有定位尺寸。

技巧点拨：

一个完整图形的尺寸包括定形尺寸和定位尺寸。“定形尺寸”是指用于确定几何图形中图元形状大小的尺寸，如直径/半径尺寸、长度尺寸和角度尺寸等（图中红色尺寸）。“定位尺寸”是指从基准点或基准线引出的距离尺寸，如用来表达圆弧圆心位置、圆弧轮廓位置等（如图 2-78 中的 3 个蓝色尺寸），如图 2-78 所示。

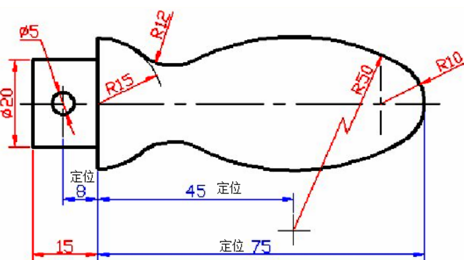


图 2-78　定形尺寸和定位尺寸

下面讲解草图绘制的过程和作图经验分享。

案例 1　绘制草图 1

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch02\草图一.prt

演示视频路径：\视频\Ch02\绘制草图一.avi

建模方法解析

参照如图 2−79 所示的图纸来绘制草图，注意其中的水平、竖直、同心、相切等几何关系。其中绿色线条上的圆弧半径都是 R3。

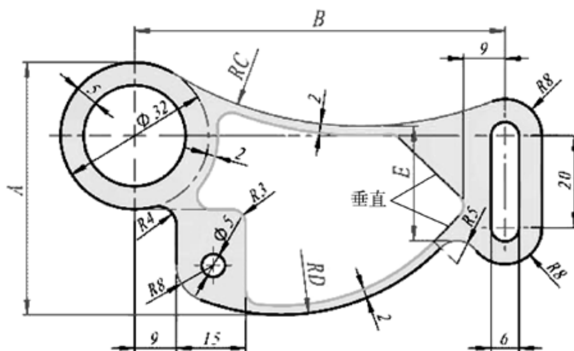


图 2−79　草图一

命令关键词：“草绘”、圆心和点、3点/相切端、“尺寸”、线链、删除段、圆心和点

绘图分析：

1）参数：A=54，　B=80，　C=77，D=48，　E=25。

2）此图形结构比较特殊，许多尺寸都不是直接给出的，需要经过分析得到，否则容易出错。

3）由于图形的内部有一个完整的封闭环，这部分图形也是一个完整图形，但这个内部图形的定位尺寸参考均来自于外部图形中的“连接线段”和“中间线段”。所以绘图顺序是先绘制外部图形，再绘制内部图形。

4）可以轻易地确定绘制此图形的参考基准中心位于⌀32 圆的圆心，从标注的定位尺寸就可以看出。作图顺序的图解如图 2−80 所示。

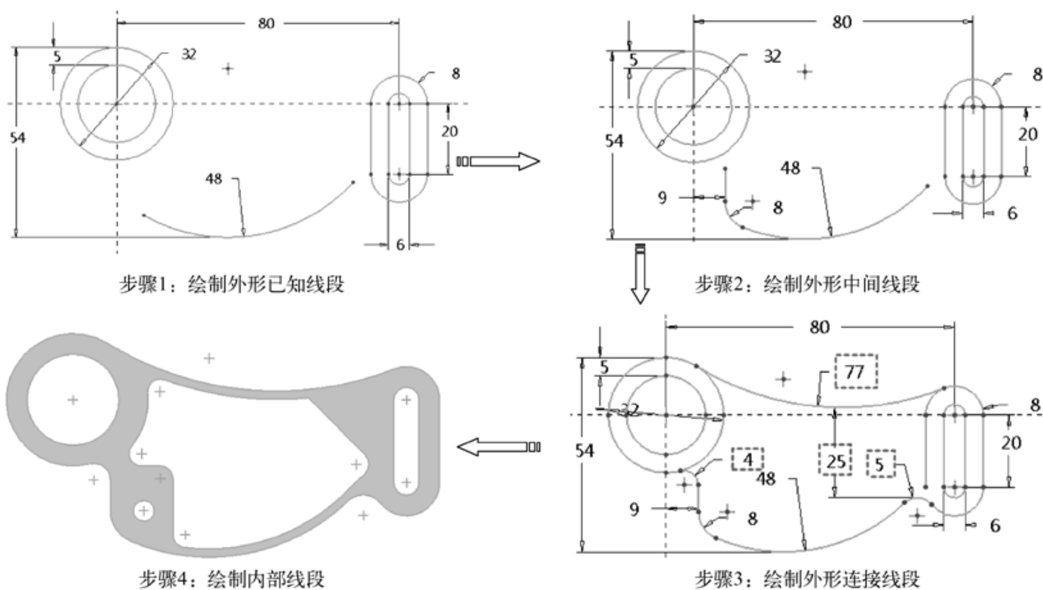


图 2−80　作图顺序图解

设计步骤：

01 新建零件文件，在“模型”选项卡的“基准”组中单击“草绘”按钮，选择 FORNT 基准平面作为草图平面，进入草绘环境，如图 2-81 所示。



图 2-81　选择草图平面

02 绘制本例图形的参考基准中心线。由于 Creo 草绘环境中自动以 RIGHT 平面和 TOP 平面作为草图的基准中心线，暂且就以坐标系原点作为⌀32 圆的圆心。



技巧点拨：

为了避免基准平面在草图中影响图形的观察，从前导视图工具栏中将其关闭，如图 2-82 所示。再单击前导视图工具栏中的“草绘视图”按钮，将视图与屏幕平行。

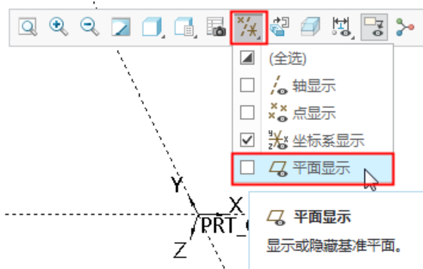


图 2-82　关闭基准平面的显示

03 首先绘制外部轮廓的已知线段（既有定位尺寸也有定形尺寸的线段）。

- 单击“圆心和点”按钮，在坐标系原点绘制两个同心圆，重新进行强尺寸标注，约束圆，如图 2-83 所示；
- 分别单击“线链”、“圆心和点”和“偏移”等按钮，绘制出右侧部分（虚线框内部分）的已知线段，然后单击“删除段”按钮进行修剪，如图 2-84 所示。

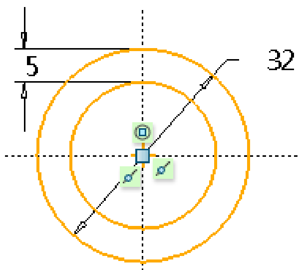


图 2-83　绘制同心圆

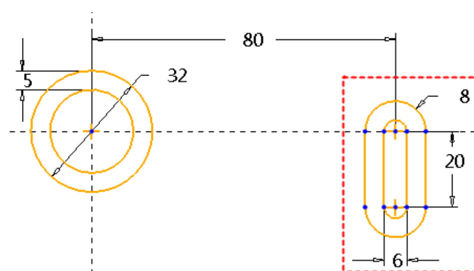


图 2-84　绘制右侧的已知线段

● 单击 3点/相切端 按钮，绘制下方的已知线段（R48）的圆弧，如图 2-85 所示。

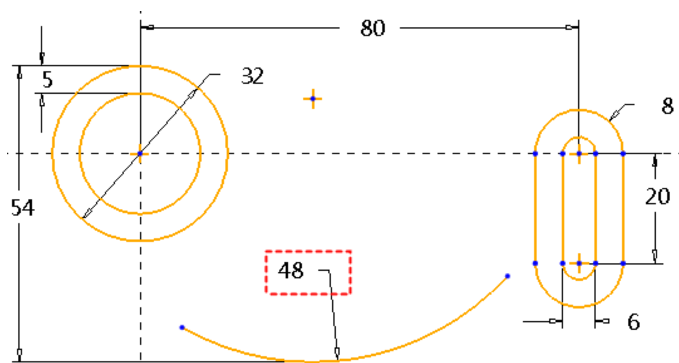


图 2-85　绘制下方的已知线段

04 接着绘制外部轮廓的中间线段（只有定位尺寸的线段）。

● 单击 线链 按钮，绘制标注距离为“9”的竖直直线，如图 2-86 所示。

● 单击 圆形修剪 按钮，在竖直线与圆弧（半径为 48mm）交点处创建圆角，如图 2-87 所示。

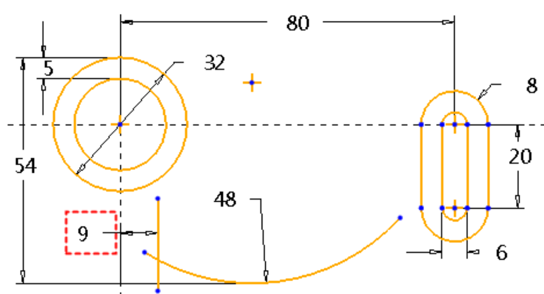


图 2-86　绘制竖直中心线

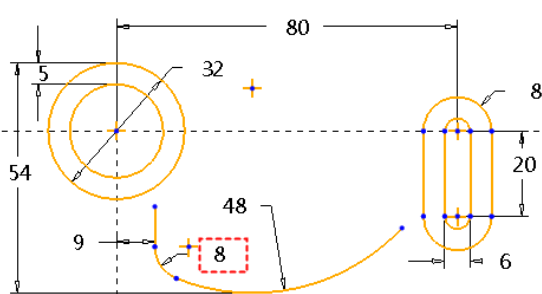


图 2-87　创建圆角



技巧点拨：

本来这个圆角曲线（$\phi 8$）属于连接线段类型，但它的圆心同时也是里面$\phi 5$ 圆的圆心，起到定位作用，所以这段圆角曲线又变成了“中间线段”。

05 绘制外部轮廓的连接线段，如图 2-88 所示。

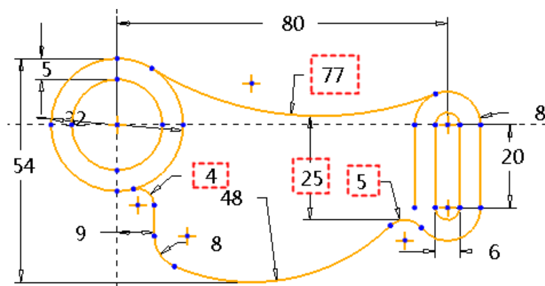


图 2-88　创建圆角（连接线段）

- 单击“圆形修剪”按钮，创建第一段连接线段曲线（R4）。
- 继续用此命令创建第二段连接线段曲线（R77）。
- 继续用此命令创建第三段连接线段曲线（R5）。
- 用“尺寸”标注出 R77 与 R5 圆角之间的距离为 25mm。

06 最后绘制内部图形轮廓。

- 单击“偏移”按钮，偏移出如图 2-89 所示的内部轮廓中的中间线段。

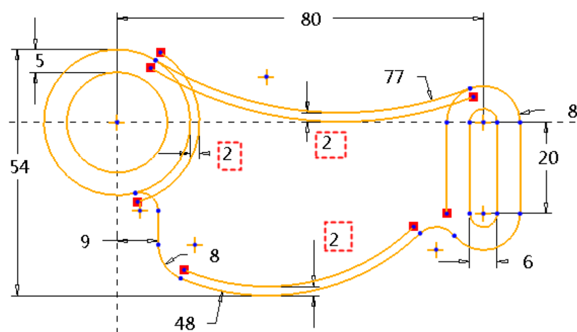


图 2-89　创建 3 条偏移曲线

- 单击“线链”按钮，绘制 3 条直线，如图 2-90 所示。

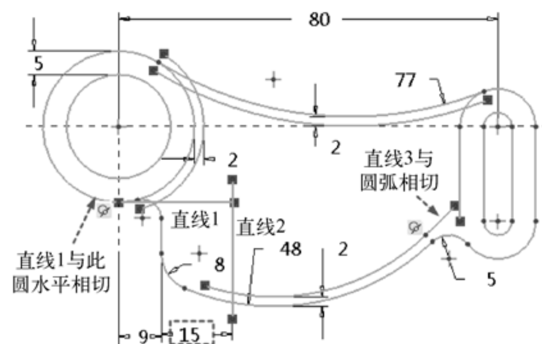


图 2-90　绘制 3 条直线

- 单击“线链”按钮，绘制第 4 条直线，单击“垂直”约束按钮，使直线 4 与直线 3 垂直约束，如图 2-91 所示。
- 最后单击“圆形修剪”按钮，创建内部轮廓中相同半径（R3）的圆角，如图 2-92 所示。

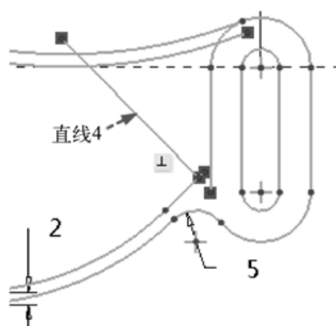


图 2-91　绘制直线 4

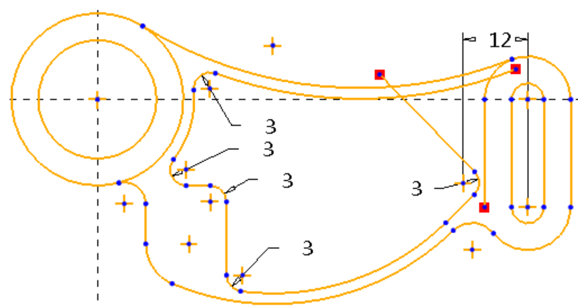


图 2-92　创建内部轮廓的圆角

- 单击 删除段 按钮，修剪图形，结果如图 2-93 所示。
- 单击 圆心和点 按钮，在左下角圆角半径为 R8 的圆心位置上绘制直径为⌀5 的圆，如图 2-94 所示。

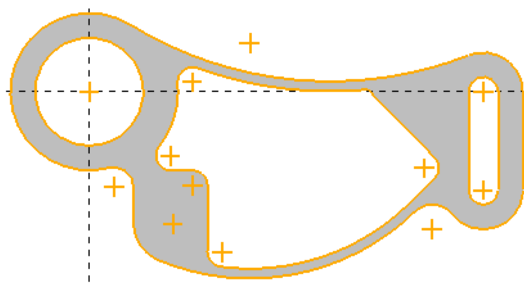


图 2-93　修剪图形

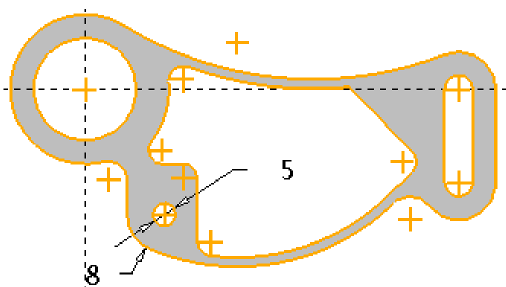


图 2-94　绘制圆

07 至此，完成了本例草图的绘制。最后将文件保存在工作目录中。

案例 2　绘制草图 2

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch02\草图二.prt

演示视频路径：\视频\Ch02\绘制草图二.avi

建模方法解析

如图 2-95 所示的图中，A=66，B=55，C=30，D=36，E=155。在这个案例中，将会使用几何约束工具对图形进行约束。

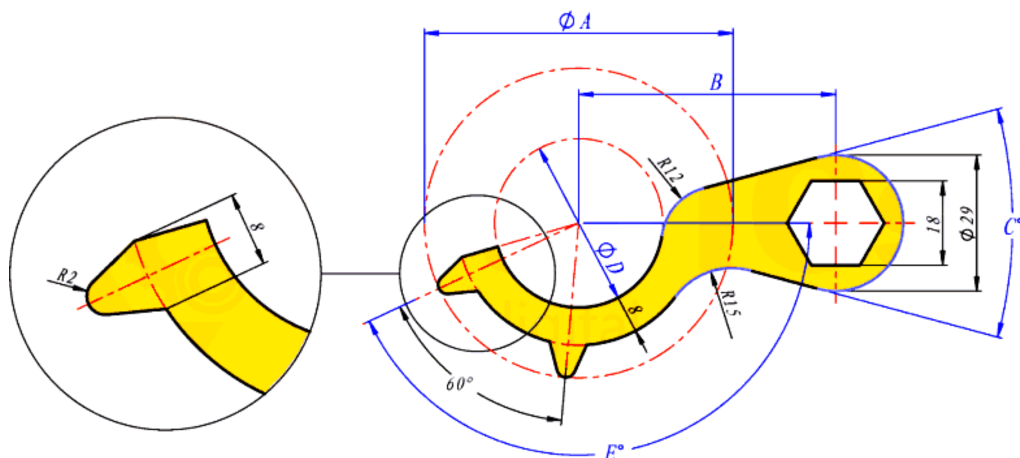


图 2-95　连接片草图

命令关键词：“基准轴”

绘图分析：

1）确定整个图线的尺寸基准中心，从基准中心开始，陆续绘制出主要线段、中间线段和连接线段。

2）基准线有时是可以先画出图形，然后再去补充的。

3）作图顺序图解如图 2–96 所示。

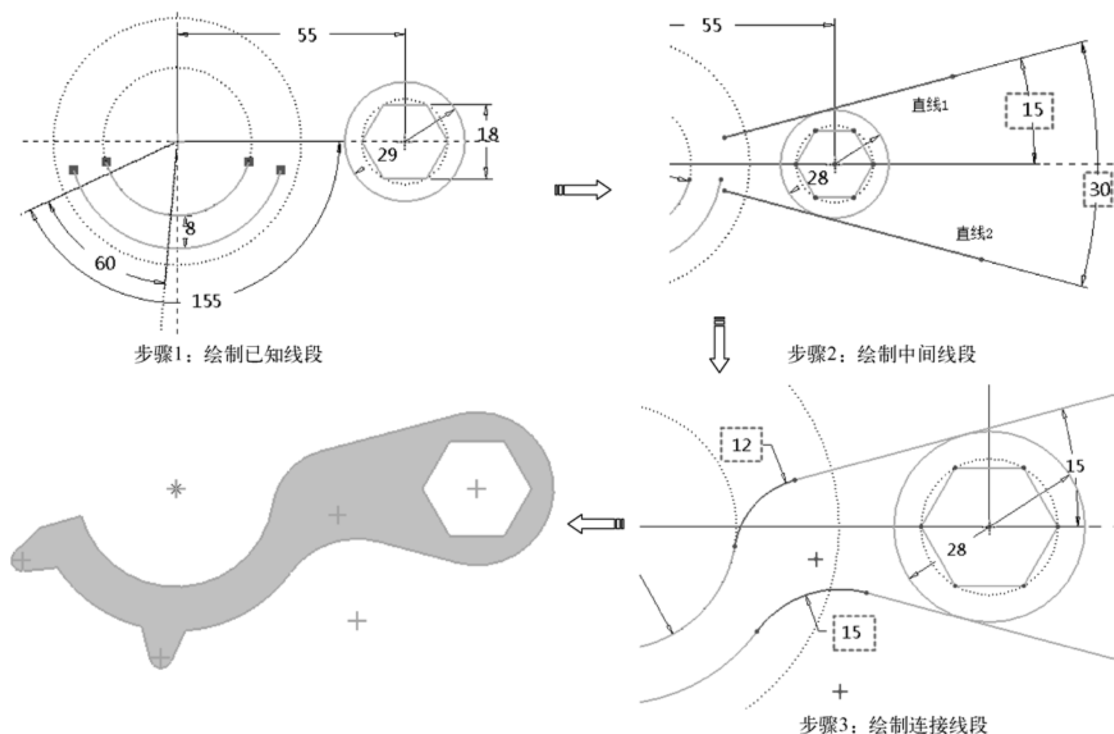


图 2–96　作图顺序图解

设计步骤：

01 新建零件文件，在“模型”选项卡的“基准”组中单击“草绘”按钮，选择 FORNT 基准平面作为草图平面，进入草绘环境。

02 绘制已知线段。

- 单击“圆心和点”按钮，以坐标系原点为圆的圆心，绘制如图 2–97 所示的圆。
- 选取左侧的两个同心圆，然后将其转换成构造线，如图 2–98 所示。

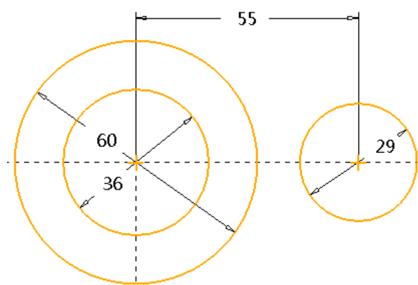


图 2–97　绘制圆

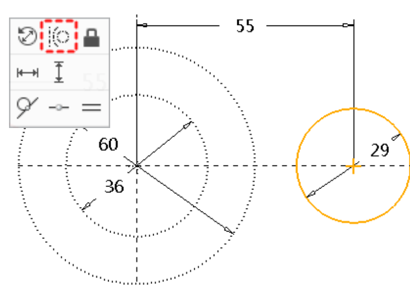


图 2–98　将两同心圆实线变虚线

- 单击“选项板”按钮，选择六边形轮廓，将其拖到右侧小圆的圆心放置，如图 2–99 所示。

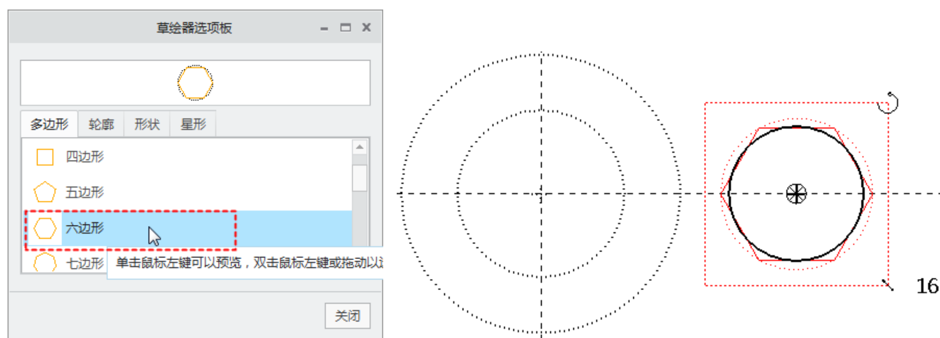


图 2-99　使用选项板插入六边形轮廓图案

- 修改正六边形的边到边的距离尺寸为 18mm，如图 2-100 所示。并利用[重合]工具约束正六边形圆心和⌀29 圆的圆心。
- 单击[圆心和端点]按钮，绘制圆弧，使此圆弧与构造线圆重合，如图 2-101 所示。

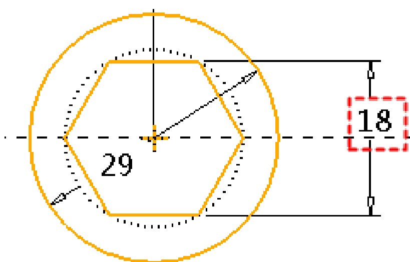


图 2-100　约束正六边形

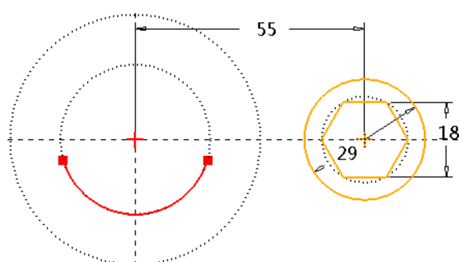


图 2-101　绘制圆弧



温馨提示：

在绘图过程中，强尺寸暂时不要删除，以免后续绘图时形状和位置产生变化。

- 单击[偏移]按钮，以圆弧作为参考，创建偏移距离为 8mm 的新偏移曲线——圆弧，如图 2-102 所示。
- 单击[线链]按钮，绘制两条直线，再转换成构造线，如图 2-103 所示。

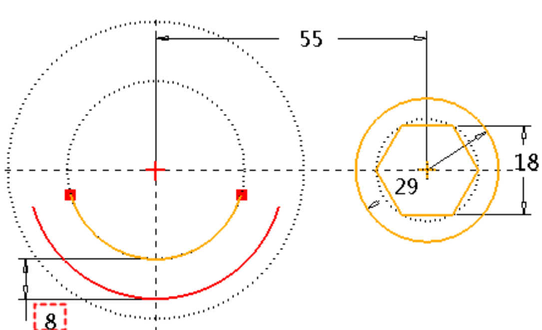


图 2-102　绘制偏移曲线

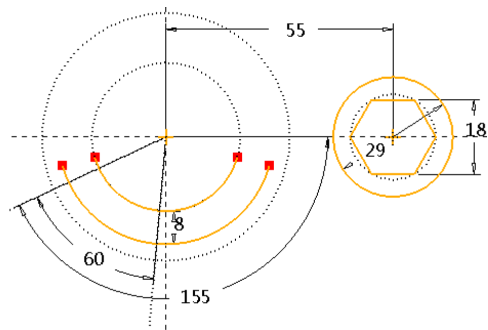
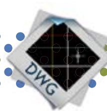


图 2-103　绘制构造线

- 单击[线链]按钮，绘制两条直线，再转换成构造线，如图 2-104 所示。



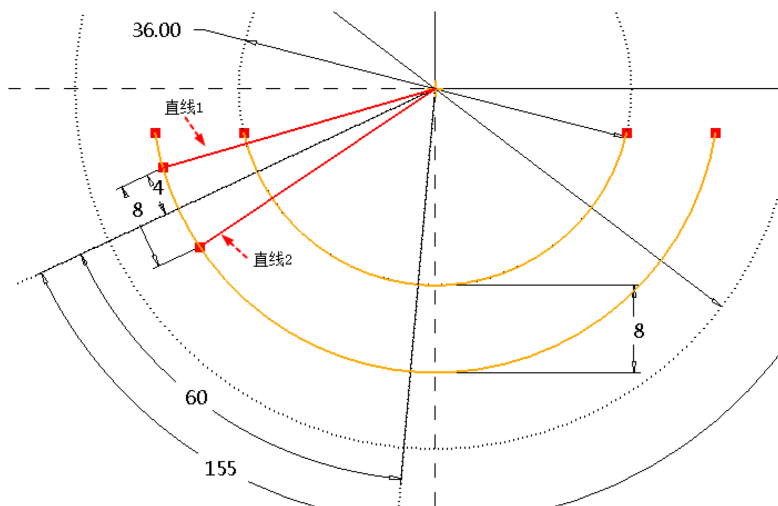


图 2-104　绘制两直线

● 单击[圆心和点]按钮，绘制直径为∅4 的小圆，如图 2-105 所示。

03 绘制图形的中间线段。

● 使用[线链]工具绘制两条斜线，使两条斜线均与小圆相切，如图 2-106 所示。

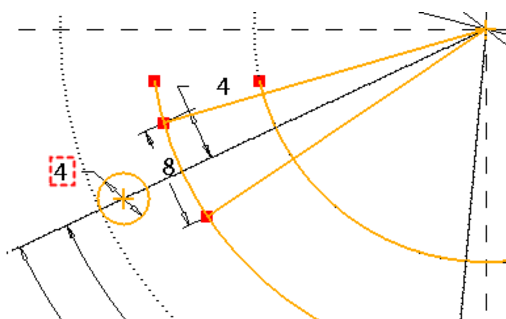


图 2-105　绘制小圆

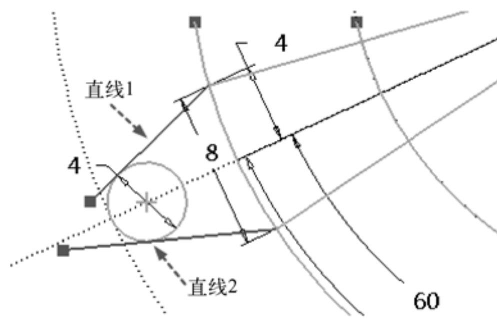


图 2-106　绘制相切线

● 单击[删除段]按钮，划线修剪图形，如图 2-107 所示。

● 选取如图 2-108 所示的 3 条曲线，然后按【Ctrl+C】组合键进行复制。

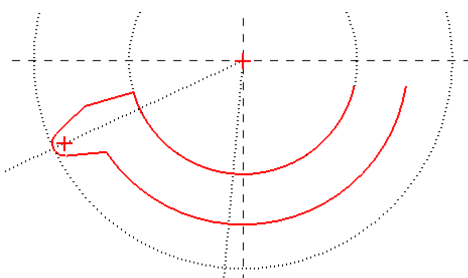


图 2-107　修剪图形

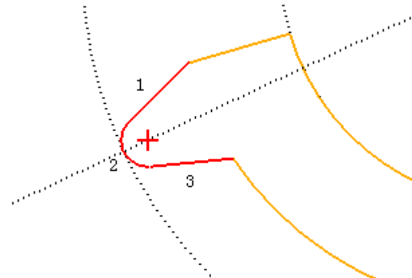


图 2-108　选取 3 条曲线复制

● 按【Ctrl+V】组合键在图形区中粘贴副本，初始状态如图 2-109 所示。

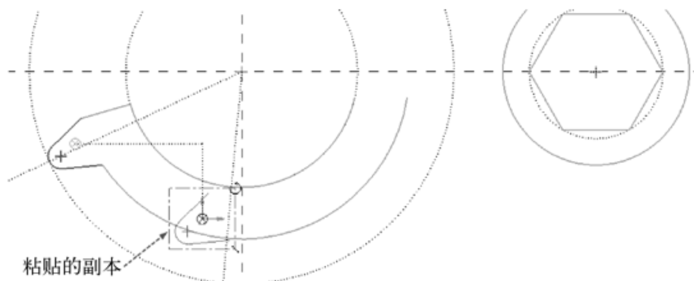


图 2-109　放置副本

- 在“粘贴”操控板上首先将// 0.000000 ⊥ 0.000000 的值归零，让副本与参考重合，然后激活“输入参考以旋转图元”收集器，再拾取图形区的坐标系作为参考，输入旋转值为 60 60.000000，预览情况如图 2-110 所示。确认无误后单击“确定”按钮。

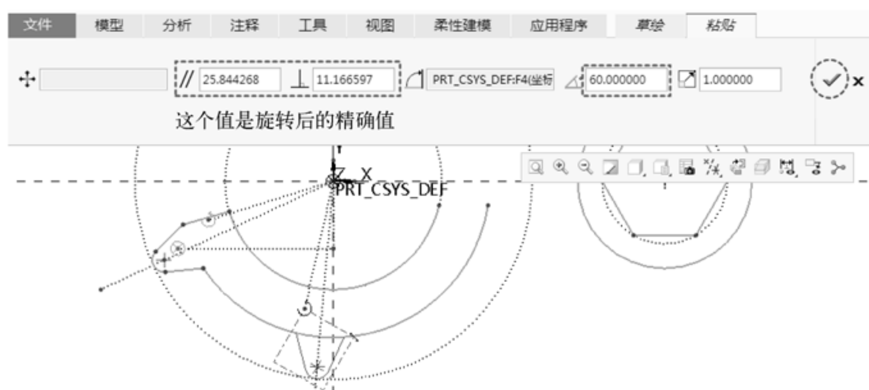


图 2-110　设置旋转参数并预览效果

- 单击“线链”按钮，绘制如图 2-111 所示的两条斜线。再单击“相切”按钮，将斜线与右侧⌀29 的圆进行相切约束。

04 绘制图形的连接线段。

- 单击“圆形修剪”按钮，创建如图 2-112 所示的圆角。

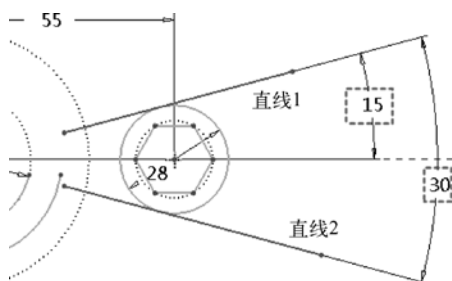


图 2-111　绘制两条斜线

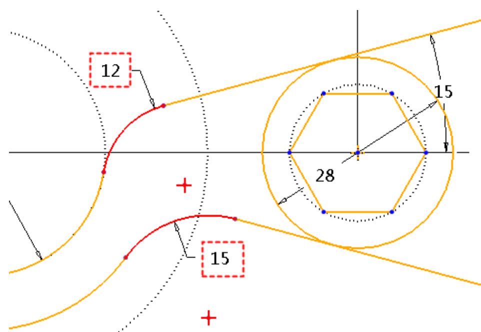


图 2-112　创建圆角

- 最后单击“删除段”按钮，修剪多余的线段，完成整个图形的绘制，结果如图 2-113 所示。

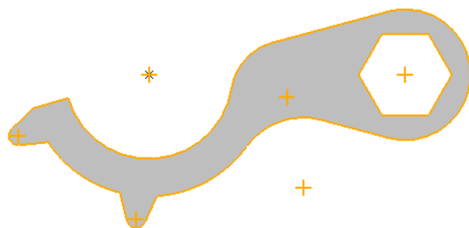


图 2-113　修剪完成的草图

05 保存最终的结果文件。

第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

在草绘时，一些初学者经常会碰到各种小问题，基本上都是与设置和操作相关。下面就来解决这些草绘问题。

精华帖 1： Creo 草绘中的标注字体大小如何修改？



问题描述

Creo 中默认的字体高度是 70，总的来说轮廓线的线宽及文字都不是最佳的，粗实线不够粗，文字高度不够高。需要在配置编辑器中手动添加这个配置。图 2-114 所示为原始状态下的草图轮廓线线宽及文字高度表达。前面综合训练的两个案例中，其实是经过配置后的效果。

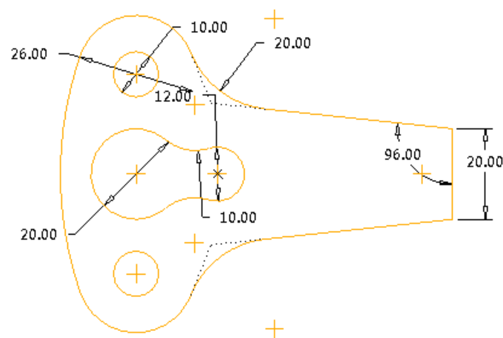


图 2-114　默认的轮廓线与文字

操作演示

下面进行配置文件的设置。

01 启动 Creo 4.0 软件。打开草图文件或者绘制草图。

02 在功能区的空白位置右击，然后在弹出的快捷菜单中选择 自定义快速访问工具栏(C) 命令，弹出“Creo Parametric 选项”对话框。

03 在对话框左侧项目列表中选择“配置编辑器”选项，对话框右边会显示所有配置编辑的选项，如图 2-115 所示。

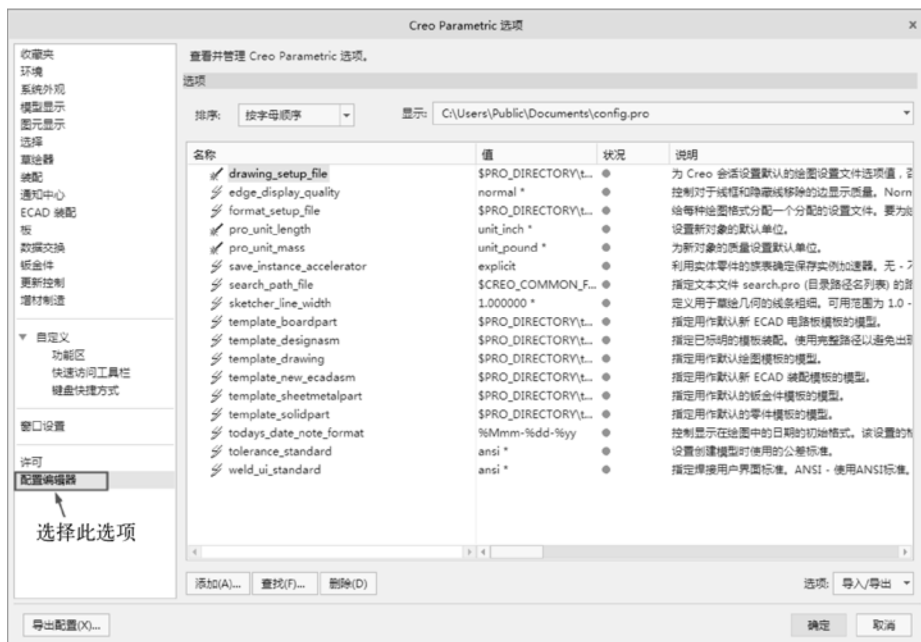


图 2-115　选择“配置编辑器”选项

04 单击 添加(A)... 按钮，在弹出的“添加选项”对话框中输入选项名称 text_height_factor，设置“选项值”为 60，单击 确定 按钮，关闭对话框，如图 2-116 所示。

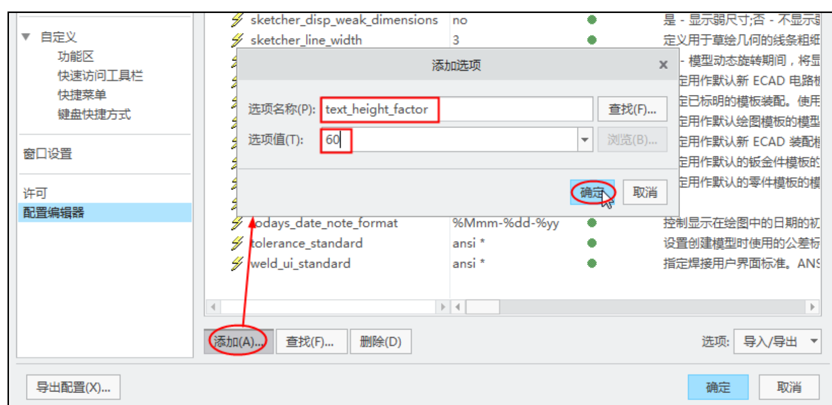


图 2-116　添加选项并输入选项值



技巧点拨：

“选项值”默认为 70，值越小，字体越大。

05 添加的选项可在选项列表中找到，如图 2–117 所示。

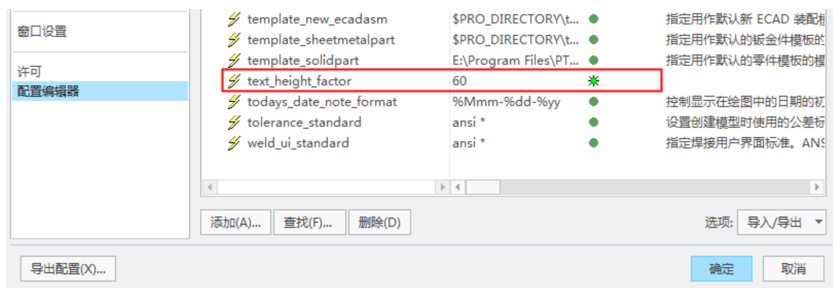


图 2–117　查看添加的选项

06 在左侧列表中选择“草绘器”选项 草绘器 ，然后在右侧的设置区域中设置“线条粗细”为了 线条粗细: 3.0 ，这个线条粗细就是轮廓线的线宽，如图 2–118 所示。



图 2–118　设置轮廓线的线宽

07 要保证每次启动 Creo 4.0 都会有作用，必须将配置的结果导出。单击“Creo Parametric 选项”对话框左下角的 导出配置(X)... 按钮，将 config.pro 文件按默认路径进行保存。

08 完成配置后，系统将自动更新线宽和文字高度，效果如图 2–119 所示。

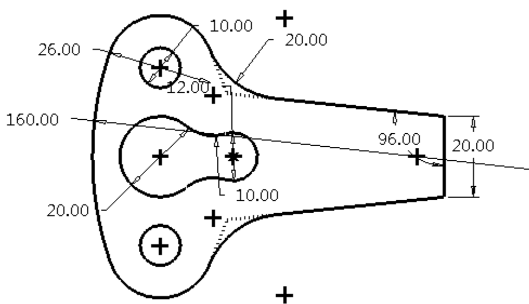


图 2–119　改变字体和线宽后的效果

精华帖 2：Creo 草绘中如何插入 DWG 图形？



问题描述

在建模时，为了节约时间，会把一些现成的图纸直接导入到零件草绘环境中，作为轮廓曲线使用。

下面将讲解如何把 AutoCAD 图纸直接导入到草绘环境中，作为建模的截面草图使用。

AutoCAD 图纸如图 2-120 所示。

操作演示

01 新建零件文件，在“模型”选项卡的“基准”组中单击“草绘”按钮，选择 FRONT 基准平面作为草图平面进入草绘环境中。

02 在“获取数据”组中单击“文件系统”按钮，然后打开本例素材源文件“法兰盘.dwg”，如图 2-121 所示。

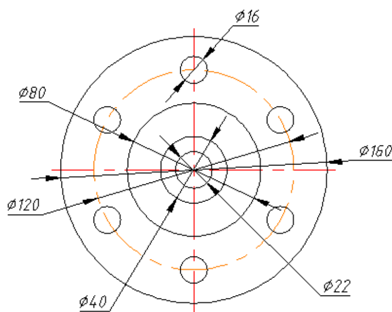


图 2-120　AutoCAD 图纸

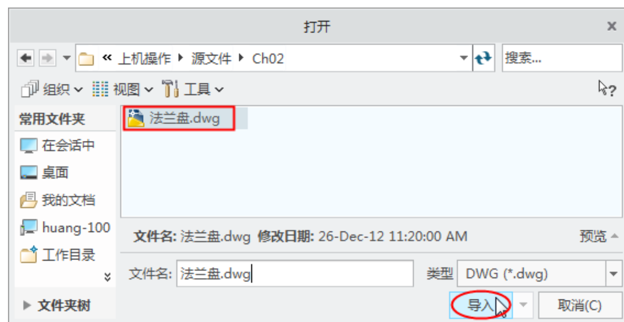


图 2-121　打开 AutoCAD 图纸文件

03 在图形区中坐标系原点上单击以放置 AutoCAD 图形，然后在“导入/绘图”操控板中设置缩放比例为“1”，单击“确定”按钮，完成导入，如图 2-122 所示。

04 在图形区中不难发现，原本是基准中心线，现在全都变成了轮廓实线，如图 2-123 所示。



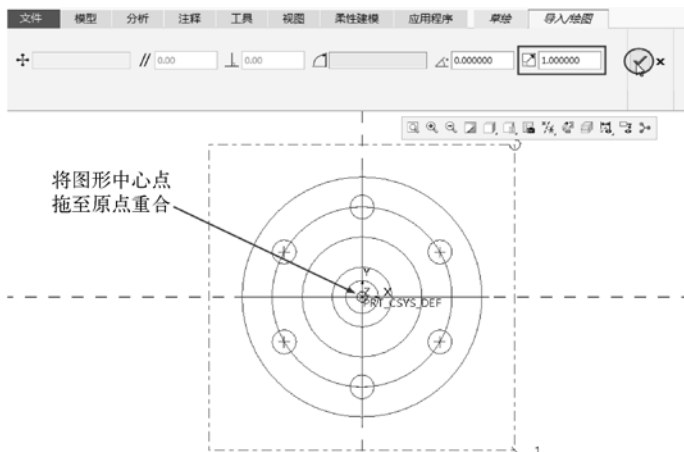


图 2-122　编辑图形位置和缩放比例

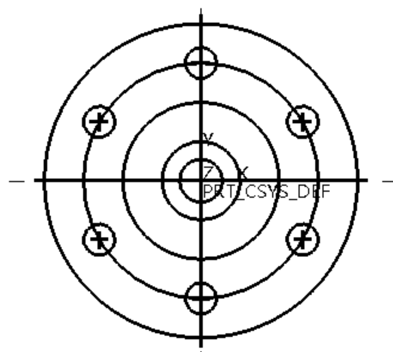


图 2-123　导入的图形

05 删除水平与竖直的直线，然后将穿过 6 个小圆圆心的实线转换成构造线，如图 2-124 所示。

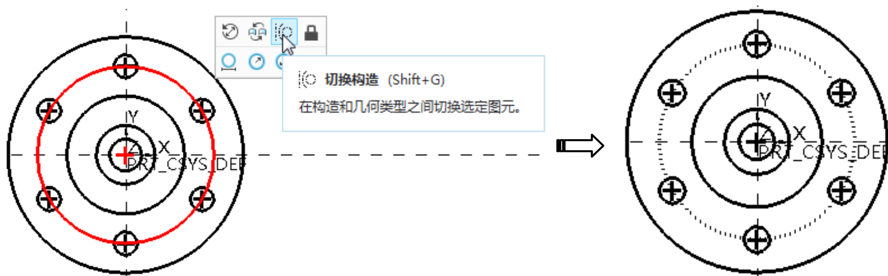


图 2-124　转换线形

06 至此，图形已经绘制完成，若作为草图使用的话，无须标注尺寸。最后保存结构，备以后建模使用。

精华帖 3：在 Creo 中不小心删除基准中心线，退不出草绘环境，怎么办？



问题描述

其实这个问题属于丢失绘图参照的问题，很容易解决，补充参照即可。

不仅是删除了参考线失去参照，有时在选择一个模型表面作为草图平面后，也会缺参照（不是丢失）需要补充。缺参照的原因有很多，下面介绍一个终极解决方法。

操作演示

01 新建 Creo 零件文件。

02 选择 FRONT 基准平面作为草图平面进入草绘环境。随意绘制一个图形，尝试删除参考线，如图 2-125 所示。

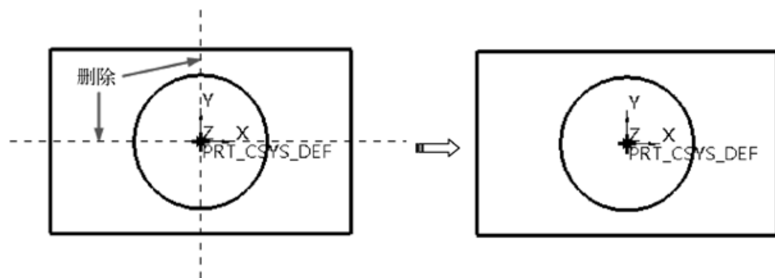


图 2-125　绘制草图并删除参考线

温馨提示：

这两条参考线其实就是水平尺寸与竖直尺寸的标注参考，是基于 TOP 基准平面和 RIGHT 平面的。

03 单击“关闭”组中的“确定”按钮✔，准备退出草绘环境，会弹出如图 2-126 所示的“未完成截面”警告提示框。

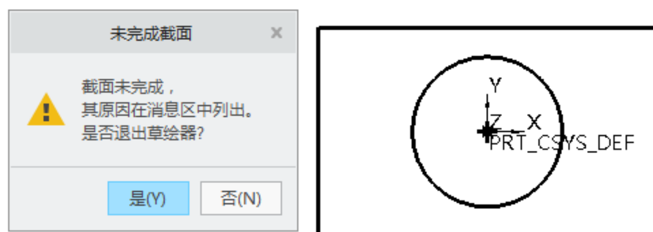


图 2-126　弹出警告提示框

技巧点拨：

此时需要注意，如果单击 是(Y) 按钮，将强制退出草绘环境，绘制的草图将不存在。若单击 否(N) 按钮，需要添加失去的参考。

04 单击“否”按钮 否(N)，弹出“参考”对话框。此时不用去分析到底哪里出了问题，只需选择图形区中的坐标系作为新参考就解决此问题了，如图 2-127 所示。



图 2-127　添加新参考

05 再尝试退出草绘环境，将不再弹出警告信息提示框。

第 6 节　Creo工程师认证试题

一、选择题

（1）以下草绘操作方法，（C）是不合适的。

A．可以先绘制近似图，再修改尺寸和约束，最后精确生成二维图形

B．截面未完成时，一般不要使用“修改”命令修改尺寸，以免系统做出不正确的假设

C．Creo 草绘功能强大，最好生成比较复杂的草图，以便后续只需要较少的特征即可完成所需的造型

D．对于很小的角度或很短的线段可以使用夸张的方法，先绘制一个比较大的角度或长线段，然后双击要修改的尺寸更改尺寸，由尺寸来精确约束图形

（2）草绘中的对称运用鼠标单击选择顺序，下面哪组是对的?（C）

A．先击两点再击中心线　　B．先击点再击中心线后击点

C．先击中心线再击两点　　D．无

（3）在草绘制过程中，如果不小心旋转了草绘视角，可以通过草绘器优先选项对话框中的（C）使草图视角恢复到正视状态。

A．捕捉到栅格　　B．锁定已修改的尺寸

C．始于草绘视图　　D．顶点

（4）在草绘环境中，鼠标是绘制草图时使用最频繁的工具，（B）结束当前操作。

A．单击左键　　B．单击中键（或滚轮）

C．单击右键　　D．长按右键

（5）草绘时的中心线主要用来（D）。

A．对称　　B．旋转轴　　C．尺寸参考　　D．对称和旋转轴

（6）草绘直线后面的小三角隐藏了哪些特征，请在下面答案中找出来。（注：直线除外）（BC）

A．多断线　　B．两圆相切线　　C．中心线　　D．圆弧

二、判断题

（1）Creo 的草图绘制中，不同约束需要的图元数量也不一样。（√）

（2）有些强尺寸也会在编辑修改图形过程中产生变化，需要重新设定。（√）

三、绘图题

（1）参照如图 2-128 所示的图形，注意其中的水平、相切、同心和对称等几何关系。

参数：A=92，　B=70，　C=65，　D=108，　E=80，　F=72。

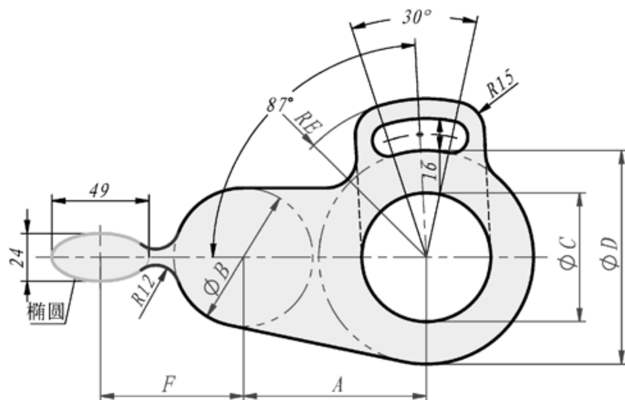


图 2-128　草图 1

（2）对称、相切等几何关系。（图 2-129 所示为示意图，只用于表达尺寸和几何关系，由于参数变化，其形态会有所变化）（输入答案时请精确到小数点后两位）。

“参数”：A=2，　B=13，　C=11，　D=7，　E=42，　F=54，　T=3。

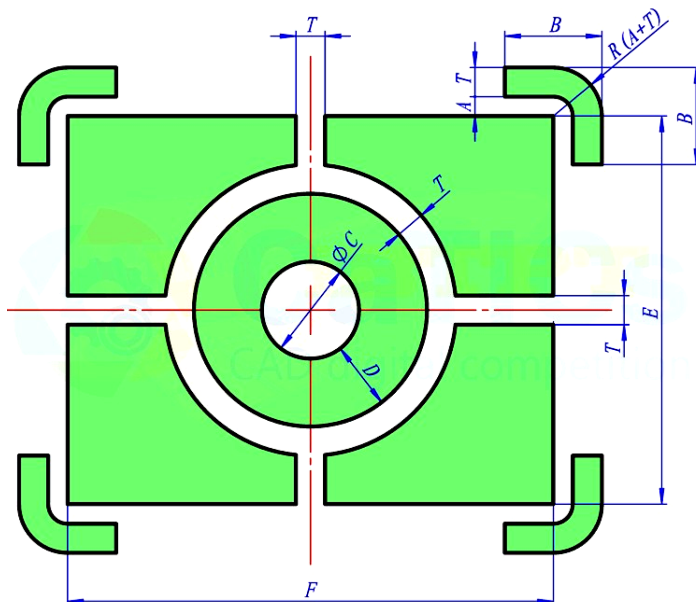


图 2-129　草图 2

（3）相切、共线等几何关系（图 2-130 所示为示意图，只用于表达尺寸和几何关系，由

于参数变化，其形态会有所变化）（输入答案时请精确到小数点后两位）。

“参数”：A=28， B=18， C=35， D=20 ， E=68， F=23， G=9。

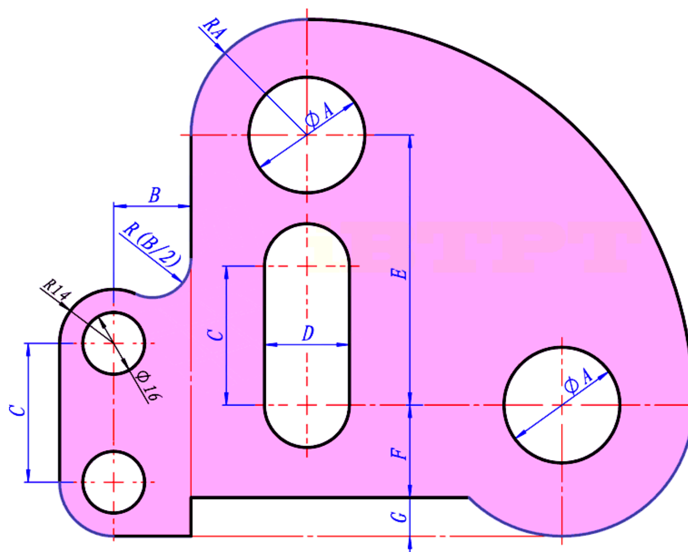


图 2-130 草图 3



第 3 章 基础特征建模



本章导读

在三维建模过程中，通常把基于草图截面进行扫掠而创建的特征称为形变特征，基于特征的特征（也就是在父特征上建立的附加特征）称为工程特征。形变特征与工程特征统称为“基础特征”，这是三维建模最根本的建模指令。

本章将学习 Creo 4.0 软件的基础特征建模方法。



案例展现

案 例 图	描 述
	参照三视图构建摇柄零件模型，注意其中的对称、相切、同心和阵列等几何关系。 （1）参照三视图，确定建模起点在“剖面 K-K”主视图ϕ32 圆柱体底端平面的圆心上。 （2）基于“从下往上”和“由内向外”的建模原则。 （3）所有特征的截面曲线来自于各个视图的轮廓

第 1 节　特征建模概念

Creo 是基于特征的实体造型软件。所谓特征，就是可以用参数驱动的实体模型。“基于特征”的含义为：零件模型的构建是由各种特征生成的，零件模型的设计就是特征的累积过程。

Creo 中所建立的特征大致可以分为以下 3 类。

- 基准特征：起辅助作用，为基本特征的创建和编辑提供操作的参考。基准特征没有物理容积，也不对几何元素产生影响。基准特征包括基准平面、基准轴、基准曲线、基准坐标系和基准点等。图 3–1 所示为 Creo 中的 3 个基准平面——RIGHT 基准平面、FRONT 基准平面和 TOP 基准平面。
- 形变特征：也可以称为基于草绘的特征，用于构建基本空间实体。形变特征通常要求先草绘出特征的一个或多个截面，然后根据某种形式生成基本特征。形变特征包括拉伸特征、旋转特征、扫描特征、混合特征和薄板特征等。图 3–2 所示为利用“拉伸”命令创建的拉伸特征。

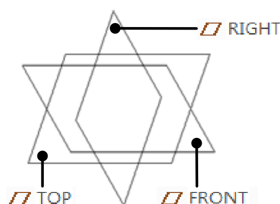


图 3–1　基准平面

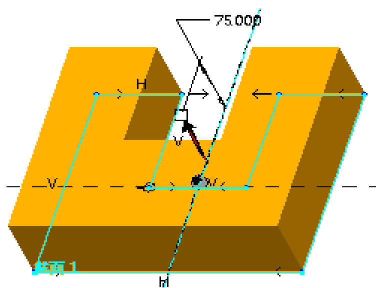


图 3–2　拉伸特征

- 工程特征：也可以称为拖放特征，用于针对基本特征的局部进行细化操作。工程特征是程序提供或自定义的一类模板特征，其几何形状是确定的，构建时只需提供工程特征的放置位置和尺寸即可。工程特征包括倒角特征、圆角特征、孔特征、壳特征和筋特征等，如图 3–3 所示。

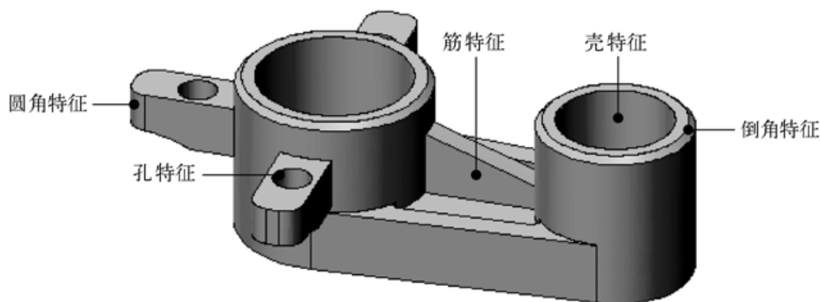


图 3–3　工程特征

Creo 中零件设计的基本过程如图 3–4 所示。

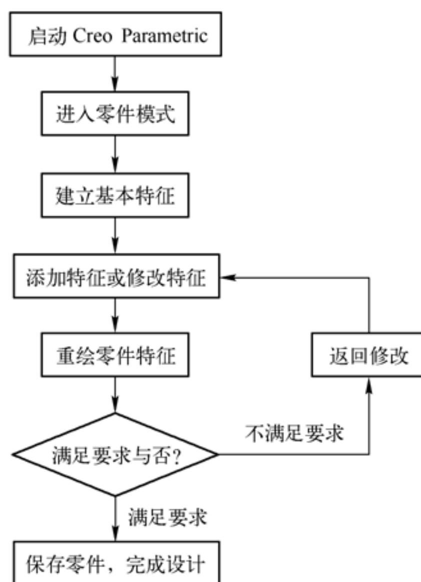


图 3-4　零件的设计过程

第 2 节　基于草图的特征建模方法

在 Creo 4.0 中，基于草图的特征工具包括拉伸、旋转、扫描和混合等 4 类，如图 3-5 所示。

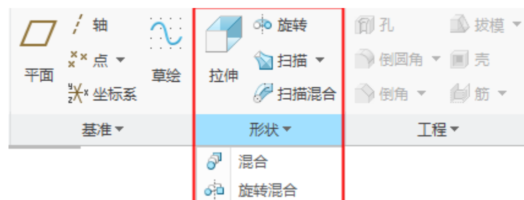


图 3-5　基于草图的特征工具

一、拉伸

“拉伸”工具是将横截面（草图）沿法向于草图平面的方向拉伸而得到的实体模型。在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮，打开如图 3-6 所示的“拉伸”操控板，使用拉伸方式建立实体特征。



图 3-6　“拉伸”操控板

1．“拉伸”操控板

下面对“拉伸”操控板中的一些相关按钮和选项进行说明。

- “拉伸为实体”按钮：用于生成实体特征。
- “拉伸为曲面”按钮：用于生成曲面特征。
- 下拉列表：用于选择创建拉伸特征的拉伸方法。
- 数值框：用于输入拉伸长度。
- 按钮：用于选择拉伸方向。
- “移除材料”按钮：用于选择去除材料。
- “加厚草绘”按钮：用于选择生成薄壁特征。
- “暂停”“无预览”“分离”“连接”“特征预览”“应用并保存”和“关闭”按钮：可以预览生成的拉伸特征，进而完成或取消拉伸特征的建立。

选择“拉伸”操控板下的“放置”选项板，如图 3-7 所示，此时可以选择已有曲线作为拉伸特征的截面，也可以断开特征与草图之间的联系。



图 3-7 “放置”选项板

“拉伸”操控板的“选项”选项板如图 3-8 所示，在其中可以设置计算拉伸长度的方式和拉伸长度。



图 3-8 “选项”选项板

“拉伸”操控板中的“属性”选项板用于显示或更改当前拉伸特征的名称。单击“显示此特征的信息”按钮，可以显示当前拉伸特征的具体信息。

2．拉伸类型

“拉伸”操控板中的拉伸类型其实就是指定特征的生长方式。特征深度类型主要有 3 种，如图 3-9 所示。

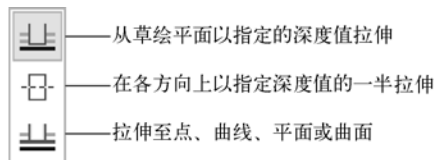


图 3-9 拉伸深度类型

1）类型 1：从草绘平面以指定的深度值拉伸。

图 3-10 所示为用 3 种不同方法从草绘平面以指定的深度值拉伸。

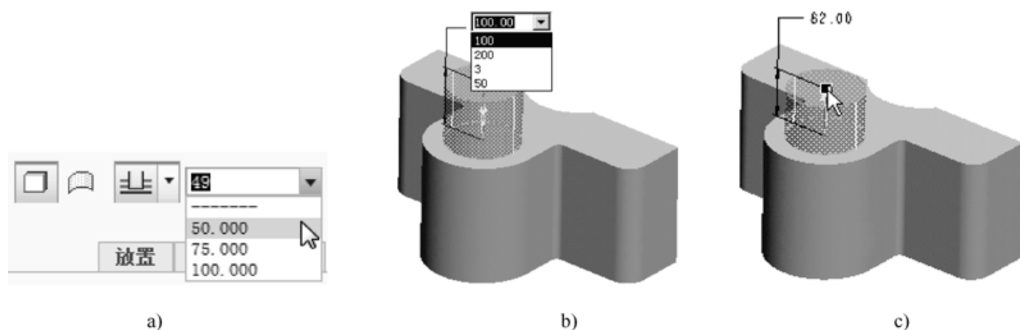


图 3-10　3 种数值输入方法设定拉伸深度

a) 在操控板文本框中修改值　b) 双击尺寸直接修改值　c) 拖动句柄修改值

2）类型 2：在各方向上以指定深度值的一半拉伸。

此类型是在草绘截面两侧分别拉伸实体特征。在深度类型列表中单击“在各方向上以指定深度值的一半”按钮，然后在文本框中输入数值，程序会将草绘截面以草绘基准平面向两侧拉伸，深度各为一半。图 3-11 所示为单侧拉伸与双侧拉伸。

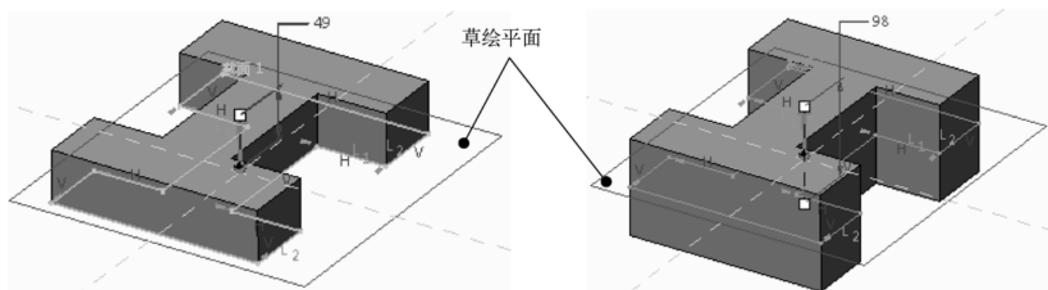


图 3-11　单侧拉伸和双侧拉伸

3）类型 3：拉伸至点、曲线、平面或曲面。

单击“拉伸至点、曲线、平面或曲面”按钮，将创建如图 3-12 所示的以指定点、线、面为参照的实体模型。

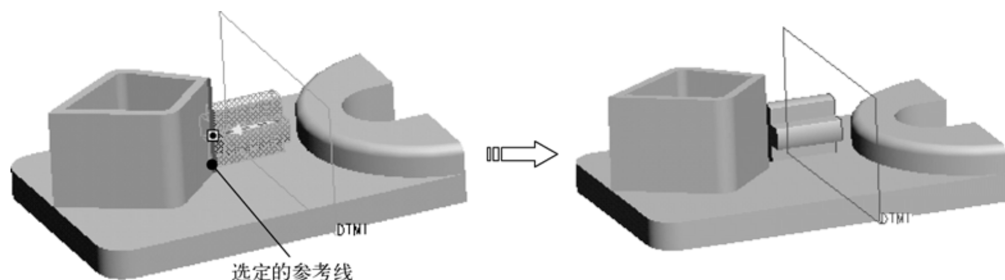


图 3-12　使用边线作为特征参照



上机操作——创建加厚几何

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\筋板零件.prt

 演示视频路径：\视频\Ch03\创建筋板零件模型.avi



完成本次练习后，将掌握“拉伸”命令在零件设计中的基本用法。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个名为“筋板零件”的零件文件，选择公制模板后进入建模环境。

02 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。然后选择 TOP 基准平面作为草绘平面并自动进入草绘环境中，如图 3-13 所示。

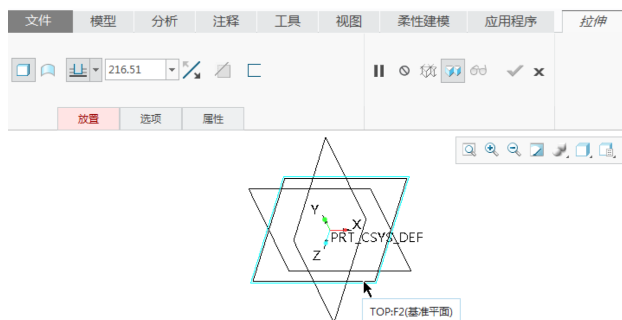


图 3-13　选择草绘平面

03 在草绘环境中绘制截面。

- 单击“中心矩形”按钮，绘制呈中心线对称的矩形，如图 3-14 所示。
- 单击“圆形修剪”按钮，绘制 4 个半径为 R10 的圆角，如图 3-15 所示。

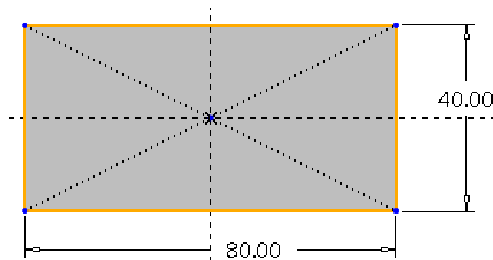


图 3-14　绘制矩形

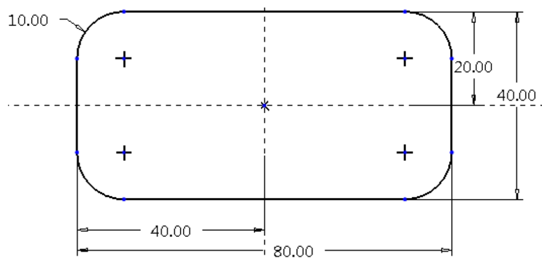


图 3-15　绘制圆角

- 单击“圆心和点”按钮，绘制 5 个圆，如图 3-16 所示。
- 单击“确定”按钮，退出草绘环境。

04 在“拉伸”操控板中保留默认的拉伸类型，输入拉伸高度为“10”，再单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建，如图 3-17 所示。

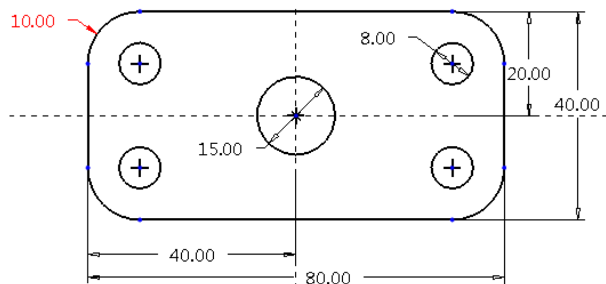


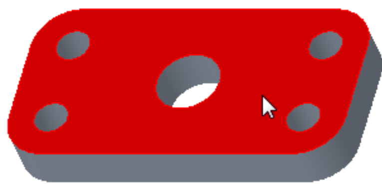
图 3-16　绘制圆



图 3-17　创建拉伸特征

05 接下来创建第二个拉伸特征。

● 选取第一个拉伸特征的表面并单击“拉伸”按钮，直接进入草绘环境，如图 3-18 所示。
● 单击 圆心和点 按钮，绘制如图 3-19 所示的同心圆。单击“确定”按钮，退出草绘环境。


图 3-18　选择草绘平面

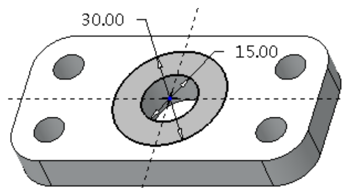


图 3-19　绘制两个同心圆

● 在“拉伸”操控板中输入拉伸高度“25”，如图 3-20 所示。
● 再单击“应用”按钮，完成第二个拉伸特征的创建。

06 继续创建第三个拉伸特征。
● 选择 FRONT 作为草图平面，如图 3-21 所示。

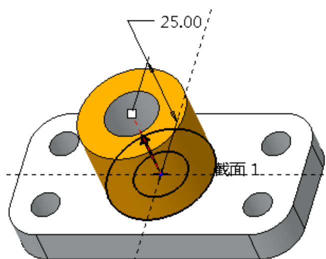


图 3-20　输入拉伸高度

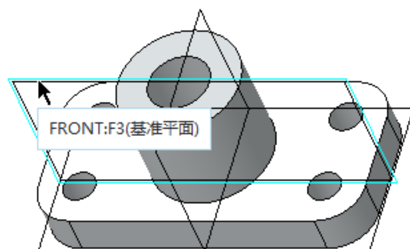


图 3-21　选择草图平面

● 进入草绘环境中，单击 线链 按钮，绘制如图 3-22 所示的草图截面。
● 单击“确定”按钮，退出草绘环境。在“拉伸”操控板中设置拉伸方法为“在各方向上以指定深度值的一半”，然后输入深度值为“8”，如图 3-23 所示。

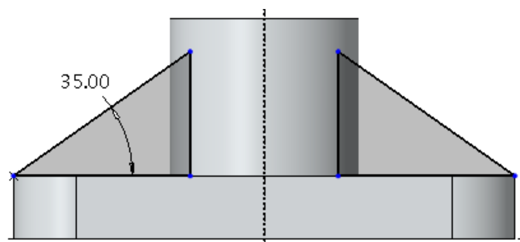


图 3-22　绘制草图截面

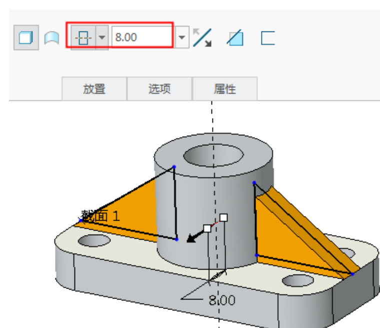


图 3-23　设置拉伸参数

07 再单击“应用”按钮，完成第三个拉伸特征的创建。最后将创建的筋板零件保存即可。

二、旋转

“旋转”工具主要用来创建具有回转性质的特征，如截面为圆或圆弧的特征。



创建旋转实体特征与创建拉伸实体特征的步骤基本相同。在“形状”组中单击“旋转”按钮旋转，打开如图 3-24 所示的操控板。



图 3-24 “旋转”操控板



上机操作——创建偏心轮零件模型


练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\偏心轮.prt


演示视频路径：\视频\Ch03\创建偏心轮零件模型.avi

完成本次练习后，读者将掌握“旋转”命令在零件设计中的基本用法。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个名为“偏心轮”的零件文件，选择公制模板后进入建模环境。

02 创建旋转特征 1。

- 单击“旋转”按钮，打开“旋转”操控板。
- 选择基准平面 FRONT 作为草绘平面，并进入草绘模式。
- 绘制如图 3-25 所示的旋转剖面图，完成后单击按钮，退出草绘模式。
- 保留操控板中选项的默认设置，直接单击按钮，完成旋转特征的创建，结果如图 3-26 所示。

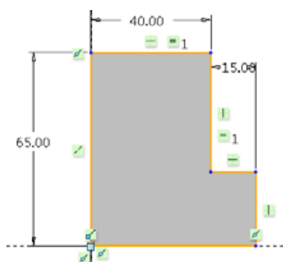


图 3-25 草图



图 3-26 创建旋转特征

03 创建偏移平面。单击“平面”按钮，选择 RIGHT 平面作为参照，输入距离值 15，完成基准平面的创建，如图 3-27 所示。

04 创建基准轴。单击轴按钮，选择步骤 03 中创建的基准平面 DTM1 与 FRONT 作为参照创建基准轴，如图 3-28 所示。



图 3-27 创建 DTM1 平面

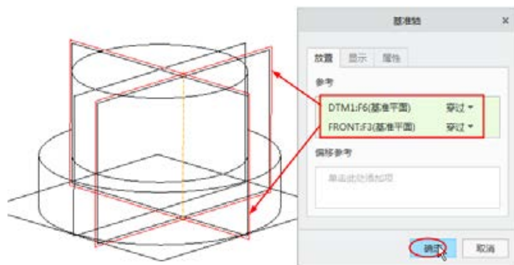


图 3-28 新建基准轴

05 创建拉伸特征 1。

- 单击“拉伸”按钮，以 TOP 平面作为草绘平面。
- 绘制如图 3-29 所示草图。
- 在“拉伸”操控板中设置拉伸深度为 35。
- 单击按钮，完成拉伸特征的创建，结果如图 3-30 所示。

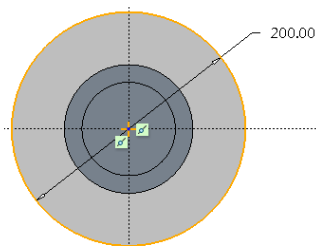


图 3-29　绘制草图

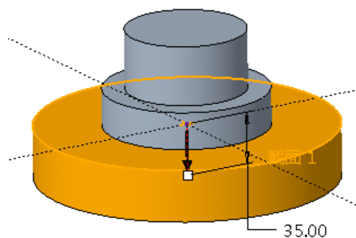


图 3-30　创建拉伸特征 1

06 拉伸特征 2。

- 单击“拉伸”按钮，选择如图 3-31 所示的平面为绘图平面。
- 绘制如图 3-32 所示的草图。
- 设置拉伸深度为 60，完成特征的创建，如图 3-33 所示。

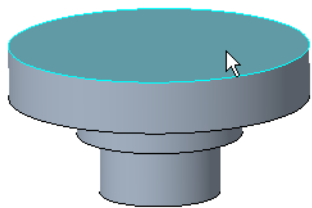


图 3-31　选择草图平面

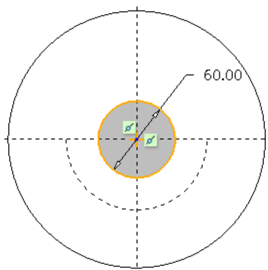


图 3-32　绘制草图

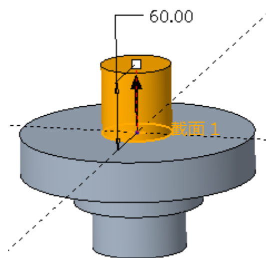


图 3-33　创建拉伸特征 2

07 创建键槽。

- 单击“拉伸”按钮，以 RIGHT 平面作为草绘平面，绘制如图 3-34 所示的草图。
- 在“拉伸”操控板中设置拉伸深度为 40。
- 在“拉伸”操控板中单击“移除材料”按钮。
- 完成拉伸切槽特征的创建，结果如图 3-35 所示。

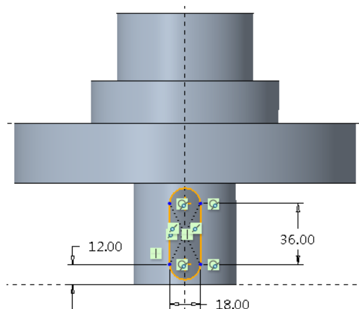


图 3-34　绘制草图

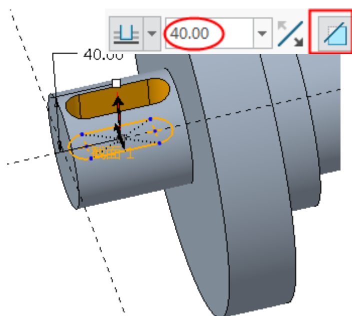


图 3-35　创建拉伸切槽特征



三、扫描

“扫描”工具是在沿一个或多个选定轨迹扫描截面时，通过控制截面的方向、旋转和几何来添加或移除材料的特征创建方法。

扫描特征主要由扫描轨迹和扫描截面构成，如图 3-36 所示。扫描轨迹可以指定现有的曲线和边，也可以进入草绘器进行草绘。扫描的截面包括恒定截面和可变截面。

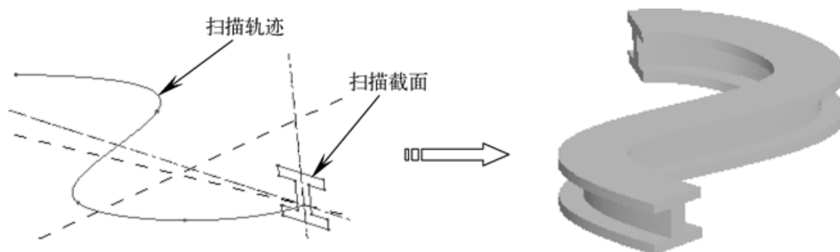


图 3-36　扫描特征的构成

在“形状”组中单击“扫描”按钮扫描，在功能区中将显示“扫描”操控板，如图 3-37 所示。

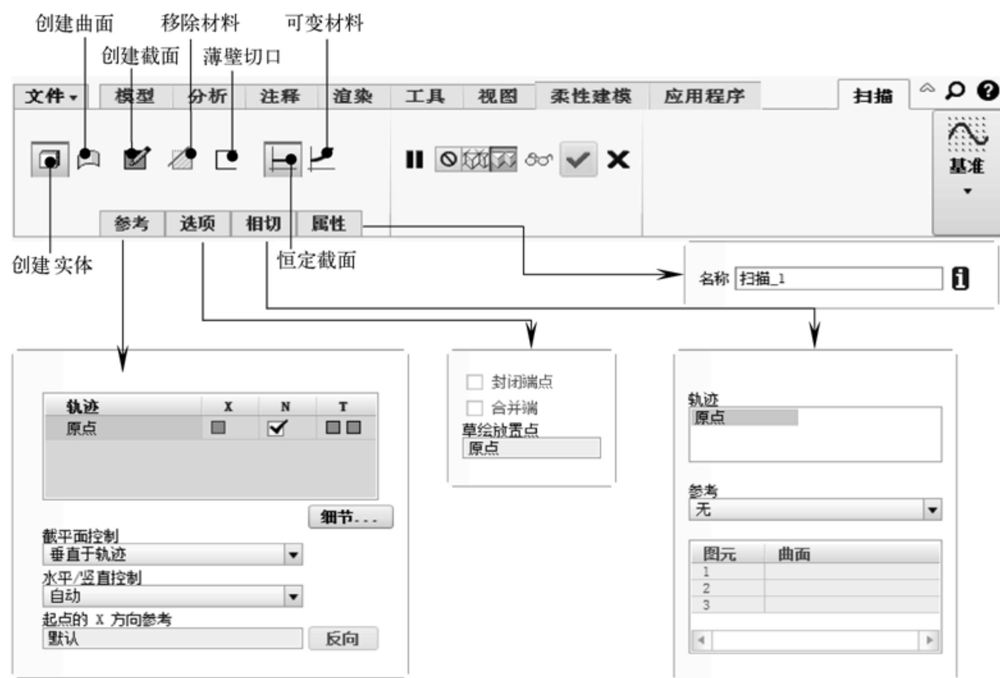


图 3-37　“扫描”操控板



上机操作——珠宝设计


练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\珠宝.prt


演示视频路径：\视频\Ch03\珠宝设计.avi

完成本次练习后，读者将掌握“扫描”“拉伸”“合并”和“实体化”命令在零件设计中的基本用法。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个名为“珠宝”的零件文件，选择公制模板后进入建模环境。

02 在“模型”选项卡的“基准”组中单击“平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。选择 TOP 基准平面作为参考，创建偏移值为 0.5 的新 DTM1 平面，如图 3-38 所示。

03 绘制草图曲线。

- 在“基准”组中单击“草绘”按钮，进入草绘环境，在 DTM1 平面上绘制如图 3-39 所示的草图曲线（利用“选项板”命令绘制十六边形，在中心位置添加 1 个基准点）。

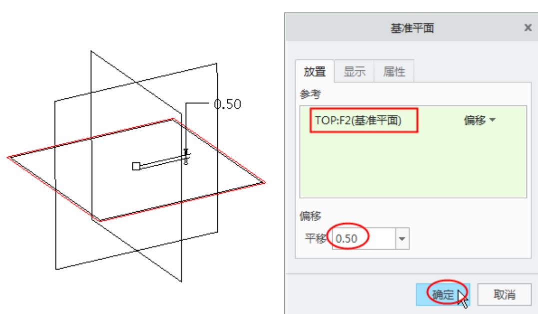


图 3-38　创建 DTM1 平面

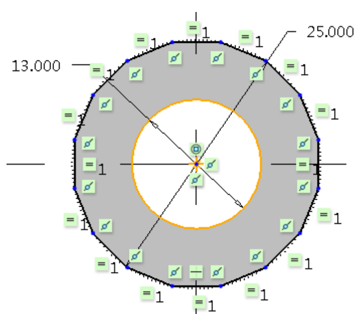


图 3-39　绘制草图曲线 1

- 接下来分别 3 次单击“草绘”按钮，均以 DTM1 平面为草图平面，依次绘制如图 3-40、图 3-41（绘制时请参考草图曲线 1，进行偏移即可）和图 3-42 所示（绘制时请参考草图曲线 2，进行偏移即可）的曲线。

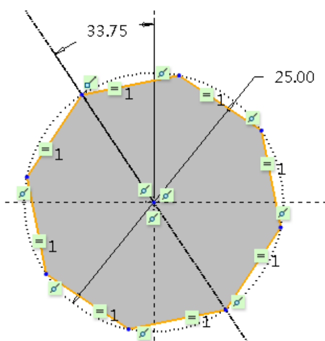


图 3-40　绘制草图曲线 2

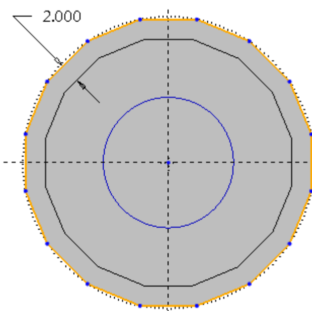


图 3-41　绘制草图曲线 3

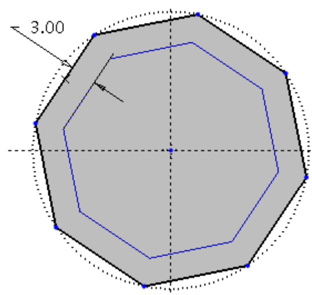


图 3-42　绘制草图曲线 4

04 单击“点”按钮，在曲线 1 的圆上创建基准点，如图 3-43 所示。

05 创建扫描特征。

- 单击“扫描”按钮，打开“扫描”操控板。
- 单击操控板上的“扫描为曲面”按钮。
- 展开“参考”选项卡，然后依次添加扫描轨迹（拾取曲线 1、2、3、4 为链 1、2、3、4），如图 3-44 所示。

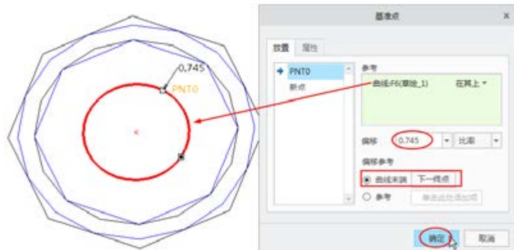


图 3-43　创建基准点



图 3-44　选取扫描轨迹线

● 在操控板上单击“创建或编辑扫描截面”按钮，进入草绘环境，在 RIGHT 平面上绘制如图 3-45 所示的扫描截面。

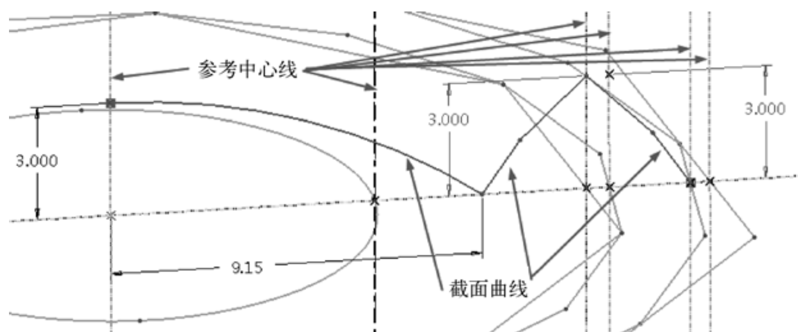


图 3-45　绘制扫描截面曲线

● 退出草绘环境后自动生成扫描曲面预览，如图 3-46 所示。最后单击“应用”按钮，完成扫描特征的创建。

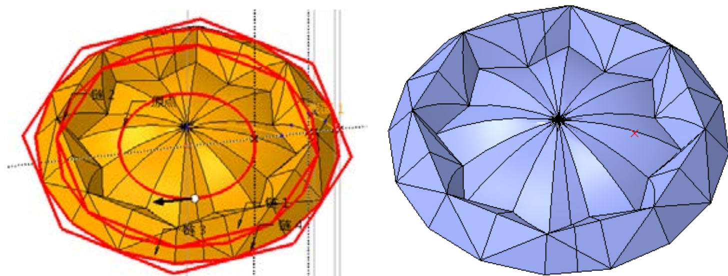


图 3-46　创建扫描曲面

06 选中扫描曲面，再单击“编辑”组中的“镜像”按钮，打开“镜像”操控板。选择 TOP 基准平面作为镜像平面，单击“应用”按钮，完成镜像特征的创建，如图 3-47 所示。



技巧点拨：

对于特征编辑工具，必须先选中要编辑的特征对象，然后这些工具才变得可用。这些内容将在后面章节中详解。

07 创建拉伸特征。

● 单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。单击“扫描为曲面”按钮。

● 选择 DTM1 平面作为草图平面，在草绘环境中利用“投影”工具 投影扫描曲面的边界作为草图曲线，如图 3-48 所示。

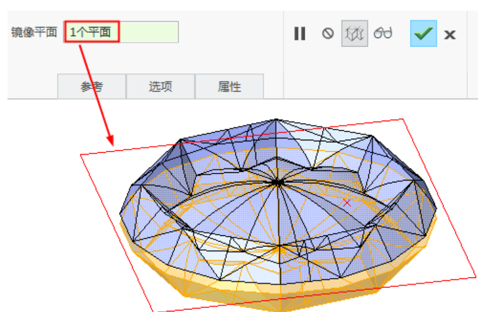


图 3-47　创建镜像特征

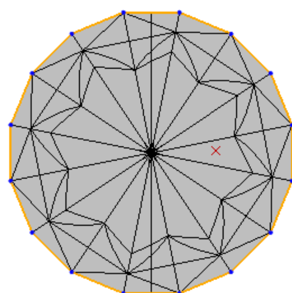


图 3-48　投影轮廓为草图

● 在“拉伸”操控板上设置拉伸类型为“拉伸至选定的点、曲线、平面或曲面”，单击“应用”按钮 ，完成拉伸曲面特征的创建，如图 3-49 所示。

08 在模型树中选中“扫描 1”“镜像 1”和“拉伸 1”3 个特征，然后在“编辑”组中单击“合并”按钮 ，对 3 个曲面特征进行合并，如图 3-50 所示。

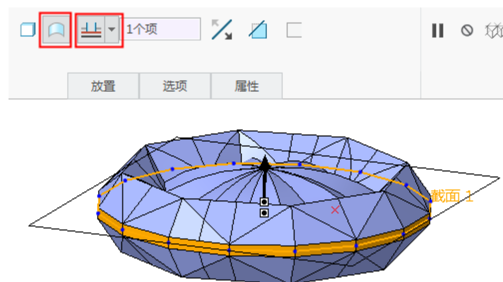


图 3-49　创建拉伸曲面

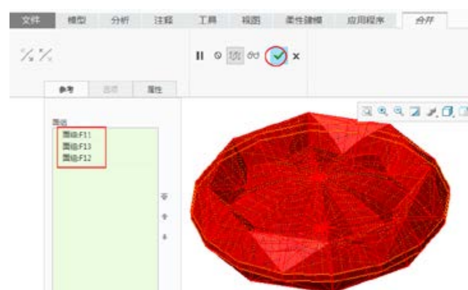


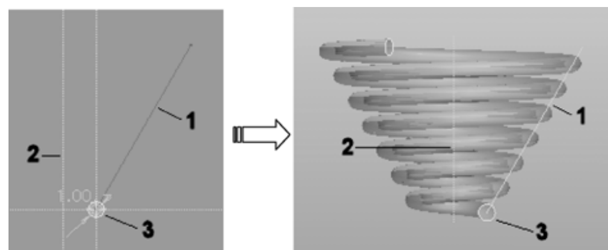
图 3-50　合并曲面

09 选中合并的曲面，再在“编辑”组中单击“实体化”按钮，将曲面转换成实体。

四、螺旋扫描

“螺旋扫描”是用来创建螺旋轨迹的扫描特征，它是扫描特征的特殊创建类型。

所谓螺旋扫描，即一个剖面沿着一条螺旋轨迹扫描，产生螺旋状的扫描特征。螺旋扫描特征的建立需要有旋转轴、螺旋扫描轮廓和横截面 3 个要素，如图 3-51 所示。



1—螺旋扫描轮廓　2—旋转轴　3—横截面

图 3-51　螺旋扫描

在“形状”组中单击“螺旋扫描”按钮螺旋扫描，打开“螺旋扫描”操控板，如图 3-52 所示。创建螺旋扫描特征的顺序是：草绘扫描轮廓线→指定或草绘旋转轴→草绘扫描截面→指定螺距→创建螺旋扫描特征。

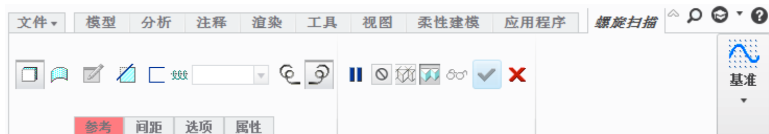


图 3-52 “螺旋扫描”操控板



上机操作——开瓶器设计

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\开瓶器.prt

 演示视频路径：\视频\Ch03\开瓶器设计.avi

完成本次练习后，读者将掌握“螺旋扫描”命令在零件设计中的基本用法。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个名为“开瓶器”的零件文件，选择公制模板后进入建模环境。

02 创建拉伸特征。

- 单击“拉伸”按钮，选择 TOP 平面作为草绘平面，绘制如图 3-53 所示的截面。

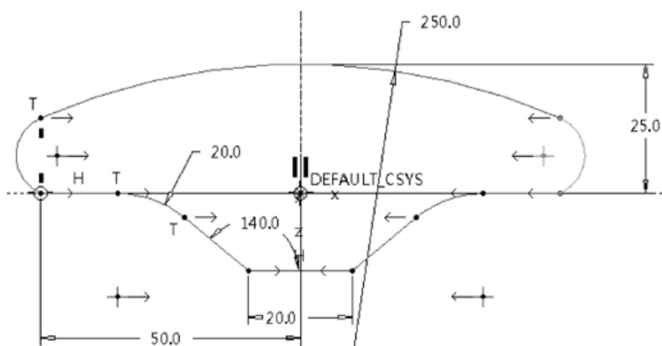


图 3-53 绘制拉伸的截面草图

- 退出草绘环境后，再创建出拉伸深度为 20 的实体特征，如图 3-54 所示。

03 利用“倒圆角”命令，创建拉伸实体特征上圆角半径为 5 的圆角特征，如图 3-55 所示（“倒圆角”命令将在下一节中进行详细介绍）。

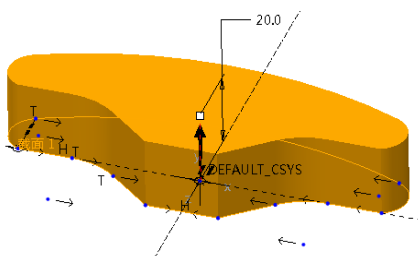


图 3-54 创建拉伸特征

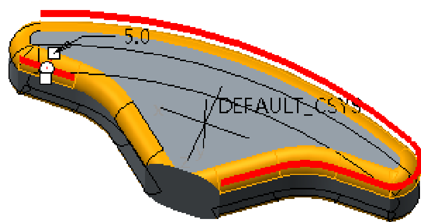


图 3-55 创建倒圆角

04 使用“拉伸”工具，在前面创建的拉伸特征上选择平面，并绘制如图 3–56 所示的草图截面，以及如图 3–57 所示的拉伸实体。

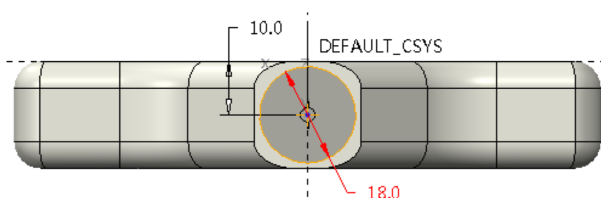


图 3–56　绘制草图截面

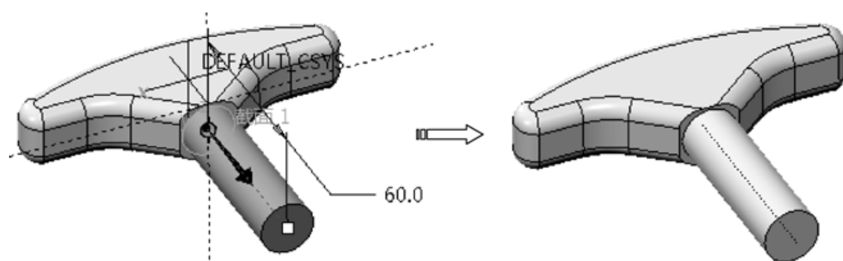


图 3–57　创建拉伸实体

05 创建螺旋扫描特征。

- 在“形状”组中单击“螺旋扫描”按钮，打开“螺旋扫描”操控板，然后选择 RIGHT 基准平面为草绘平面，如图 3–58 所示。

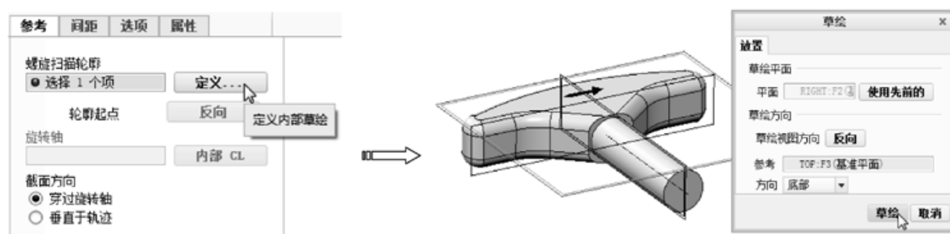


图 3–58　选择草绘平面

- 进入草绘环境，绘制如图 3–59 所示的扫描轮廓线。

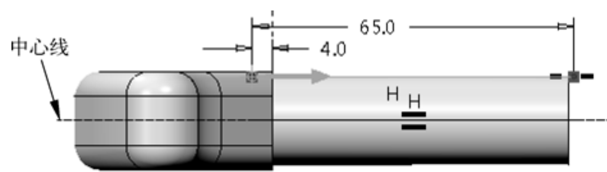


图 3–59　绘制扫描轮廓



技巧点拨：

在草绘的扫描轮廓中，必须用基准中心线绘制旋转轴。

- 退出草绘环境后，在操控板上单击“创建或编辑扫描截面”按钮，然后再绘制如图 3-60 所示的扫描截面。
- 完成后再退出草绘环境，并在操控板上单击“移除材料”按钮，然后输入螺距值为 9，按【Enter】键，查看预览，如图 3-61 所示。

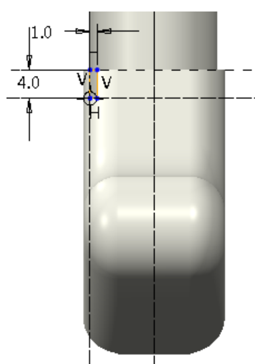


图 3-60　绘制扫描截面

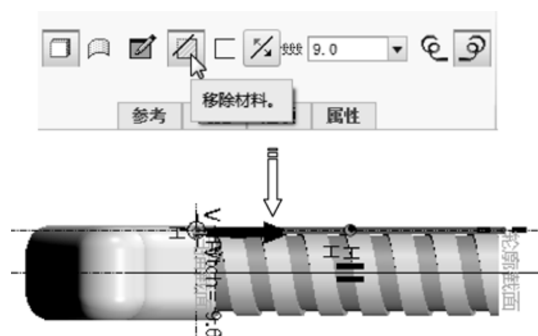


图 3-61　设置螺旋扫描参数

- 最后单击操控板中的“应用”按钮，完成螺旋扫描特征的创建。

06 下面进行金属钩的创建。

- 再选择“螺旋扫描”命令，然后在 RIGHT 基准平面上绘制如图 3-62 所示的螺旋扫描轮廓和旋转中心线。

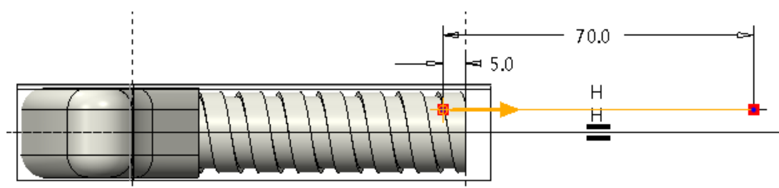


图 3-62　绘制扫描轮廓和中心线



技巧点拨：

扫描轮廓必须穿过相连实体的接触面，否则在两实体相交位置可以看出有螺旋扫描的断面。

- 退出草绘环境后，在“螺旋扫描”操控板中设置螺距为“10”，再单击“应用”按钮，完成金属钩的创建，如图 3-63 所示。

07 最后将结果保存即可。

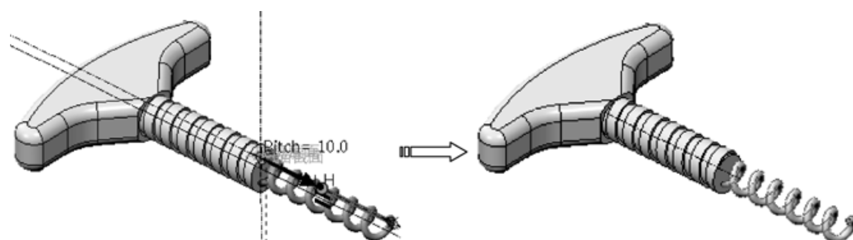


图 3-63　创建金属钩

五、混合特征

混合类型的特征是由两个及两个以上截面构成。Creo 中混合类型的特征包括扫描混合、混合与旋转混合。

1．扫描混合

在“形状”组中单击“扫描混合”按钮，在功能区中将打开“扫描混合”操控板，如图 3-64 所示。

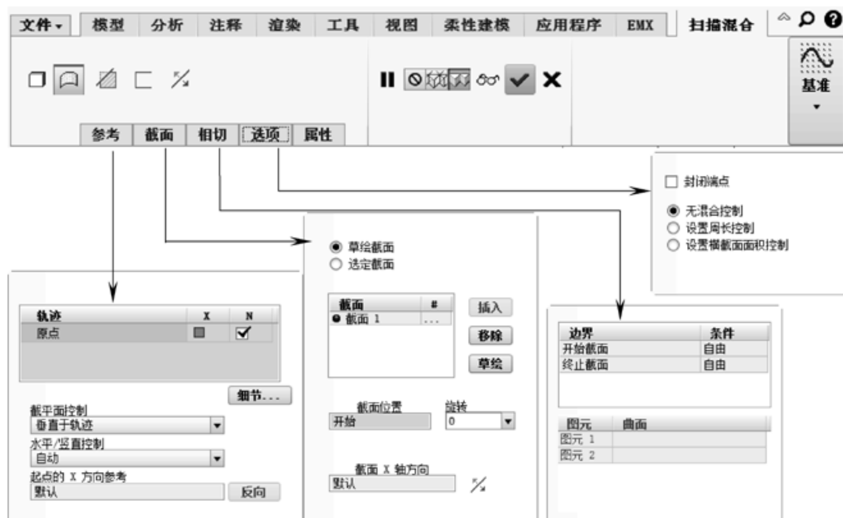


图 3-64　“扫描混合”操控板

操控板中主要的按钮与其他操控板是相同的。在操控板上有 5 个选项板：参考、截面、相切、选项和属性。

关于扫描混合，必须注意下列限制条件。

- 对于闭合轨迹轮廓，在起始点和其他位置必须至少各有一个截面。
- 轨迹的链起点和终点处的截面参考是动态的，并且在修剪轨迹时会更新。
- 截面位置可以参考模型几何（如一条曲线），但修改轨迹会使参考无效。在此情况下，扫描混合特征会失败。
- 所有截面必须包含相同的图元数。

2．混合

混合类型的特征是由两个及两个以上截面构成。

所有混合截面都位于截面草绘中的多个平行平面上。

在“形状”组中单击“混合”按钮，打开如图 3-65 所示的“混合”操控板。

3．旋转混合

“旋转混合”是由绕轴旋转的截面创建的。通过输入角度尺寸来控制截面方向，并可以相对于截面草绘器的坐标系标注截面来控制半径的放置。



图 3-65 “混合”操控板

在“形状”组中单击“旋转混合”按钮，打开“旋转混合”操控板。此操控板与前面的操控板中的基本选项是相同的，不同的是旋转混合的操控板中多了旋转轴的轴收集器，如图 3-66 所示。



图 3-66 旋转混合的“伸出项：混合”操控板



上机操作——苹果造型

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\苹果.prt

 演示视频路径：\视频\Ch03\苹果造型设计.avi

完成本次练习后，读者将掌握“混合”命令在零件设计中的基本用法。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个名为“苹果”的零件文件，并进入建模环境。

02 创建旋转混合。

- 在“形状”组中单击“旋转混合”按钮 旋转混合，打开“混合”操控板。
- 然后在“截面”选项卡中单击“定义”按钮 定义...，弹出“草绘”对话框，并按信息提示选择 FRONT 基准平面作为草绘平面，如图 3-67 所示。

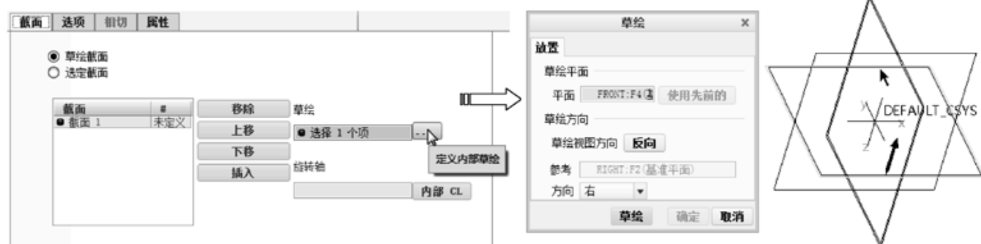


图 3-67　选择第一截面的草绘平面

- 进入草绘环境，绘制如图 3-68 所示的截面（由直线和样条曲线构成）。
- 退出草绘环境后，在“截面”选项卡中单击 插入 按钮，并输入 90 的旋转角度，然后单击 草绘... 按钮，进入草绘环境绘制第 2 个截面，如图 3-69 所示。

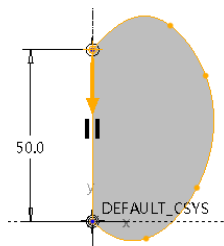


图 3-68　绘制第 1 个截面

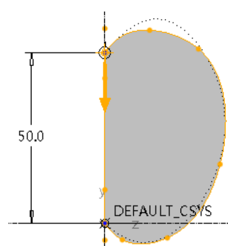


图 3-69　绘制第 2 个截面

技巧点拨：

在绘制第二个截面时，直线一定要与第一个截面中的直线相等并重合。此外，在绘制第二个截面的样条曲线时，可参照虚线表示的截面 1 来绘制和编辑。当然，苹果的每个截面不应该是相等的，所以这里的旋转截面也尽量不要一致，以使创建的特征更具有真实性。

- 下面绘制截面 3。退出草绘环境后，按照前面的步骤插入第 3 个截面，草绘平面旋转角度为“90”，再进入草绘环境，绘制如图 3-70 所示的第 3 个截面。

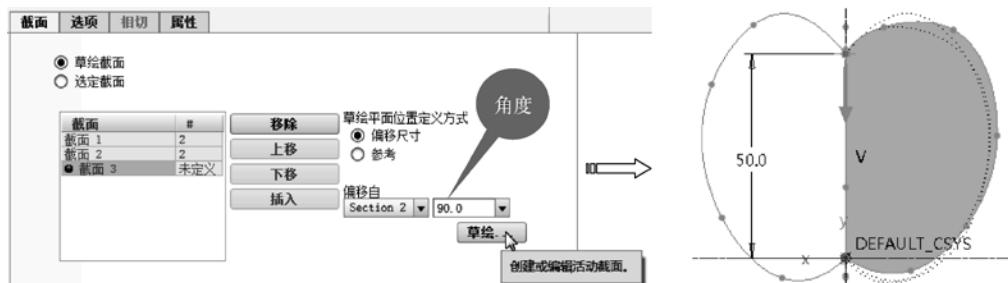


图 3-70　绘制第 3 个截面

技巧点拨：

在 3 个截面草图中，注意截面轮廓的起始方向要一致，否则会使混合特征发生扭曲。另外，每个截面中的旋转轴为默认统一的。

- 退出草绘环境。可以查看预览，如果有预览，说明截面正确；如果没有，则需要更改截面。在操控板的“选项”选项板中选择“连接终止截面和起始截面”复选框，可以看见一个完整的苹果造型，如图 3-71 所示。



图 3-71　连接终止截面与起始截面

- 最后单击“应用”按钮，完成旋转混合特征的创建。

03 创建扫描混合特征。

- 在“形状”组中单击“扫描混合”按钮扫描混合，打开“扫描混合”操控板。利用操控板右侧的“草绘”工具，选择 RIGHT 基准平面作为草绘平面，如图 3-72 所示。
- 进入草绘环境后，绘制如图 3-73 所示的样条曲线，完成后退出草绘环境。



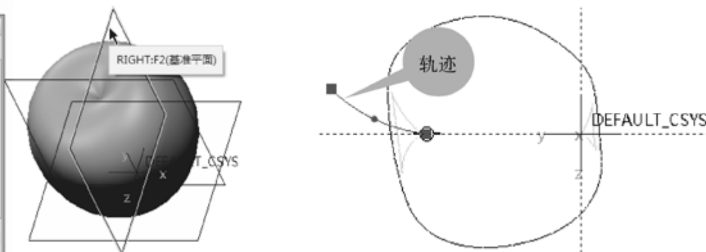
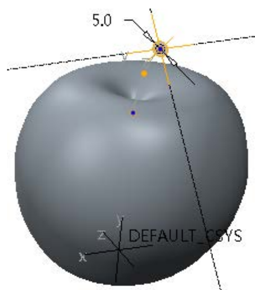
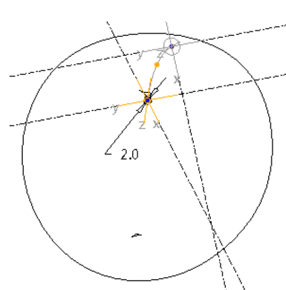


图 3-72　选择草绘平面　　　图 3-73　绘制扫描轨迹曲线

- 在操控板的“截面”选项板中单击“草绘”按钮草绘...，进入草绘环境，绘制如图 3-74 所示的半径为“5”的截面草图。
- 退出草绘环境后，在“截面”选项板中单击“插入”按钮，再单击“草绘”按钮，进入草绘环境，绘制第 2 个截面，此截面为半径 2 的小圆，如图 3-75 所示。
- 退出草绘环境后，单击操控板上的“应用”按钮，完成扫描混合特征的创建，结果如图 3-76 所示。





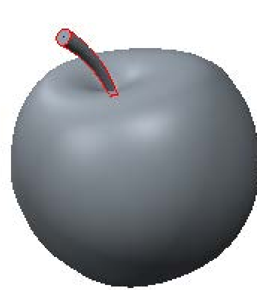


图 3-74　绘制扫描截面 1　　　图 3-75　绘制截面 2　　　图 3-76　扫描混合特征

04 至此，苹果的造型设计工作结束，最后将结果保存在工作目录中即可。

第 3 节　附加特征（工程特征）设计

Creo 的工程特征主要是基于父特征而创建的实体造型，如圆角、倒角、孔、筋、槽、拔模和抽壳等。

一、倒圆角和倒角

1．倒圆角 倒圆角

倒圆角特征是在一条或多条边、边链或在曲面之间添加半径创建的特征。在 Creo Parametric 中，常见的倒圆角有 4 种形式，即完全倒圆角、多个半径圆角、单一半径圆角和曲线驱动圆角。

在“模型”选项卡的“工程”组中单击 倒圆角 按钮，打开“倒圆角”操控板，如图 3-77 所示。



图 3-77　“倒圆角”操控板

- 创建同一半径的圆角最简单，选择倒圆角的边，再输入统一半径值即可，如图 3-78 所示。

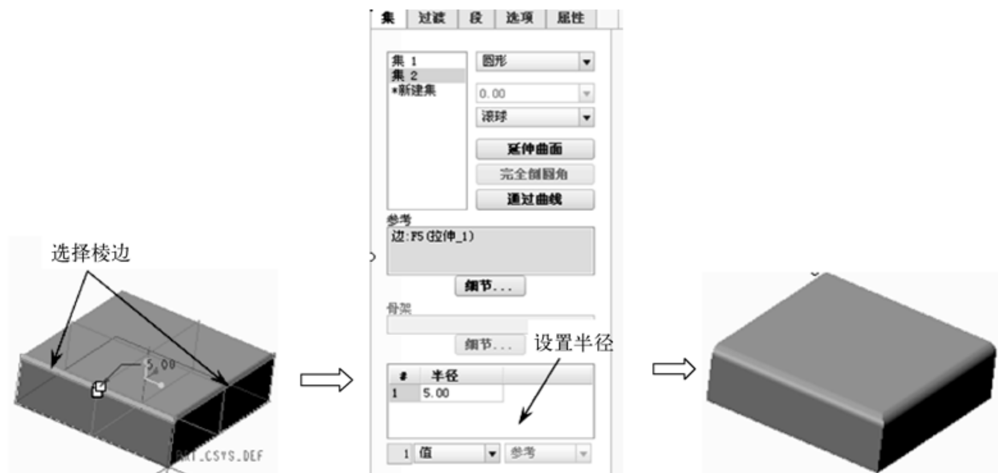


图 3-78　创建统一半径圆角

- 创建完全倒圆角时需要选择实体上两个相对的面作为参考曲面，选择与参考面相交的面作为驱动曲面，如图 3-79 所示。
- 创建可变半径圆角时，在选择了进行圆角操作的棱边后，在半径设置区域右击，在弹出的快捷菜单中选择“添加半径”命令，并在“半径”文本框中输入半径值，同时需要在相应的文本框中输入位置参数以确定变半径点在棱边上的位置，如图 3-80 所示。

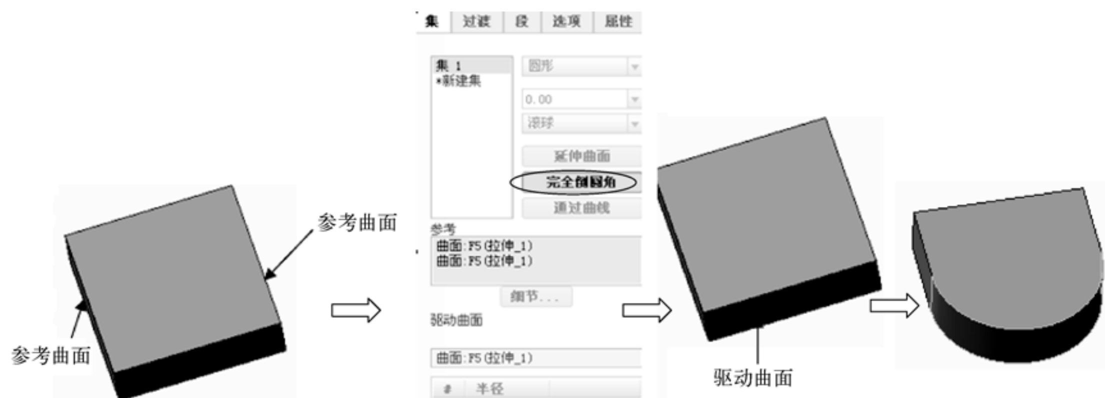


图 3-79　创建完全倒圆角



图 3-80　创建可变半径圆角

● 创建曲线驱动圆角时，首先需要在实体表面上绘制驱动曲线。在创建圆角特征的“集”选项板中单击“通过曲线”按钮，选择棱边及驱动曲线后生成圆角特征，如图 3-81 所示。

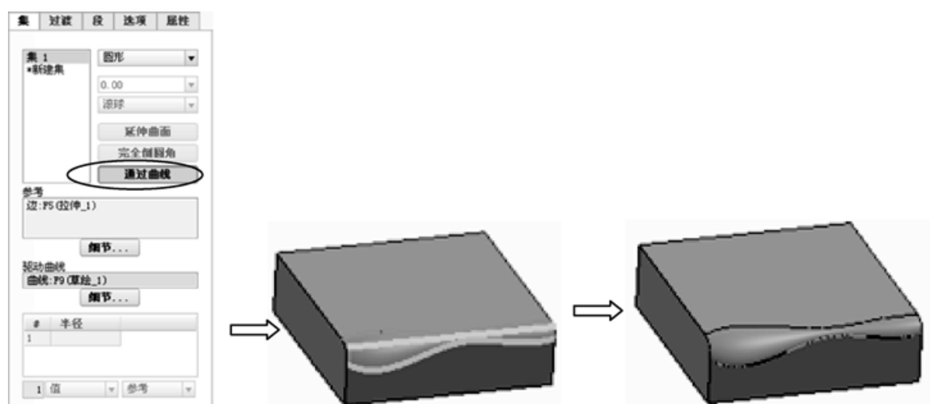


图 3-81　创建曲线驱动圆角

“倒圆角”操控板中的圆角过渡功能在于解决几条（不少于 3 条）棱边交点处的圆角过渡问题，其操作过程如下。

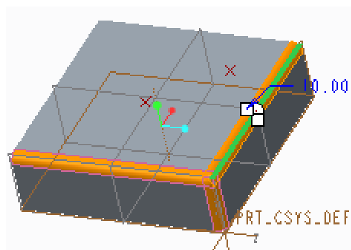


图 3-82　选择倒圆角棱边

01 单击倒圆角按钮，设置圆角半径，选择需要倒圆角的棱边，如图 3-82 所示。

02 在“倒圆角”操控板上选择圆角过渡按钮，此时能够进行圆角过渡的区域被加亮显示。

03 在图形区单击需要进行圆角过渡的区域，此时 默认（仅限倒圆角 2） 按钮可用，在下拉列表框中选择圆角过渡类型。

04 设置圆角过渡的参数值，如球半径等。

05 完成圆角过渡操作。

2．倒角

倒角是处理模型周围棱角的方法之一，Creo 4.0 提供了边倒角和拐角倒角两种倒角类型，边倒角沿着所选择边创建斜面，拐角倒角用于在 3 条边的交点处创建斜面。

在“模型”选项卡的“工程”组中单击“倒角”按钮，打开“边倒角”操控板，如图 3-83 所示。



图 3-83　“边倒角”操控组

倒角类型包括 4 种（如图 3-84 所示），分别如下。

- D × D：是在各曲面上与参照边相距 D 处创建倒角，用户只需确定参照边和 D 值即可，系统默认选择此选项。
- D1 × D2：是在一个曲面距参照边 D1、在另一个曲面距参照边 D2 处创建倒角，用户需要分别确定参照边和 D1、D2 的数值。
- 角度 × D：创建倒角距相邻曲面的参照边距离为 D，且与该曲面的夹角为指定角度，用户需要分别指定参照边、D 值和夹角数值。
- 45 × D：创建倒角与两个曲面都成 45°角，且与各曲面上的边的距离为 D，用户需要指定参照边和 D 值，如图 3-84 所示。

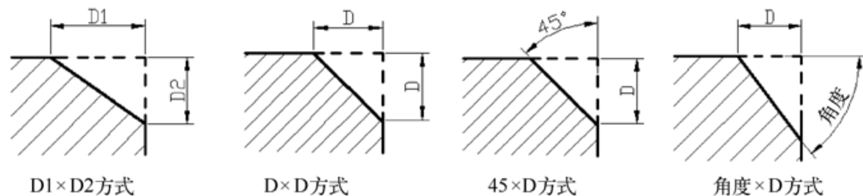


图 3-84　倒角的 4 种类型

二、孔设计

利用“孔”工具可向模型中添加简单孔、自定义孔和工业标准孔。Creo 孔工具可以通过

定义放置参考、设置偏移参考及定义孔的具体特性来添加孔。

在“模型”选项卡的“工程”组中单击“孔”按钮，打开“孔”操控板，如图 3-85 所示。

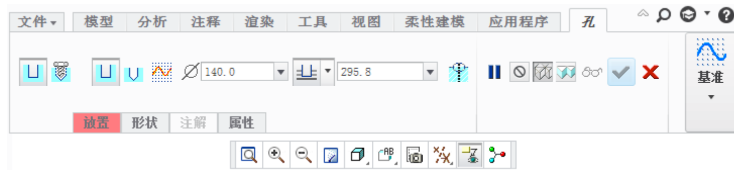


图 3-85 “孔”操控板

“放置”选项板用来设置孔的放置方法、类型，以及放置参考等选项。孔的放置类型有 6 种，分别是线性、线性参考轴、径向、直径、同轴和在点上。

选择放置参考后，可定义孔的放置类型。孔的放置类型允许定义孔放置的方式。表 3-1 列出了 6 种孔的放置类型。

表 3-1　孔的放置类型

孔放置类型	说　明	示　例
线性	使用两个线性尺寸在曲面上放置孔。 如果选择平面、圆柱体或圆锥实体曲面，或基准平面作为主放置参考，可使用此类型。 如果选择曲面或基准平面作为主放置参考，Creo 默认选择此类型	
线性参考轴	通过参考基准轴或位于同一曲面上的另一个孔的轴来放置孔。轴应垂直于新创建的孔的主放置参考	1 正交尺寸 2 新创建的孔 3 选择作为次参考的轴
径向	使用一个线性尺寸和一个角度尺寸放置孔。 如果选择平面、圆柱体或圆锥实体曲面，或基准平面作为主放置参考，可使用此类型	
直径	通过绕直径参考旋转孔来放置孔。此放置类型除了使用线性和角度尺寸之外，还将使用轴。 如果选择平面实体曲面或基准平面作为主放置参考，可使用此类型	
同轴	将孔放置在轴与曲面的交点处。注意，曲面必须与轴垂直。此放置类型使用线性和轴参考。 如果选择曲面、基准平面或轴作为主放置参考，可使用此类型	
在点上	将孔与位于曲面上或偏移曲面的基准点对齐。此放置类型只有在选择基准点作为主放置参考时才可用。 如果主放置参考是一个基准点，则仅可用该放置类型	

在 Creo 中可创建的孔的类型有简单孔、草绘孔和标准孔，如表 3-2 所示。

表 3-2　孔类型

孔类型	说　明	示　例
简单孔	由带矩形剖面的旋转切口组成。可使用预定义矩形或标准孔轮廓作为孔轮廓，也可以为创建的孔指定埋头孔、扩孔和角度	
草绘孔	使用草绘器创建不规则截面的孔	
标准孔	创建符合工业标准的螺纹孔。对于标准孔，会自动创建螺纹注释	


技巧点拨：

在草绘孔时，旋转轴只能是基准中心线，不能是草图曲线中的中心线，否则将不能创建孔特征。

三、抽壳

壳特征就是将实体内部掏空，变成指定壁厚的壳体，主要用于塑料和铸造零件的设计。在“模型”选项卡的“工程”组中单击“壳”按钮，打开“壳”操控板，如图 3-86 所示。

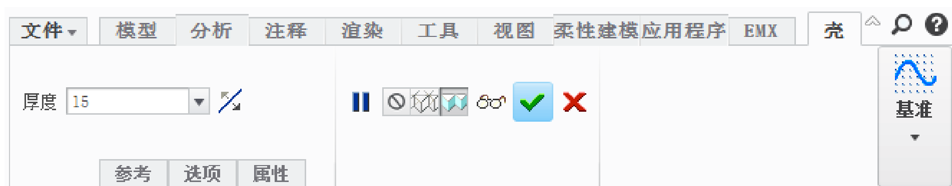
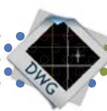


图 3-86 “壳”操控板

在模型上选取要移除的曲面（当要选取多个移除曲面时需按住【Ctrl】键），选取的曲面将显示在操控板的“参考”选项板中。

当要改变某个移除面侧的壳厚度时，可以在“非默认厚度”收集器中选取该移除面，然后修改厚度值，如图 3-87 所示。



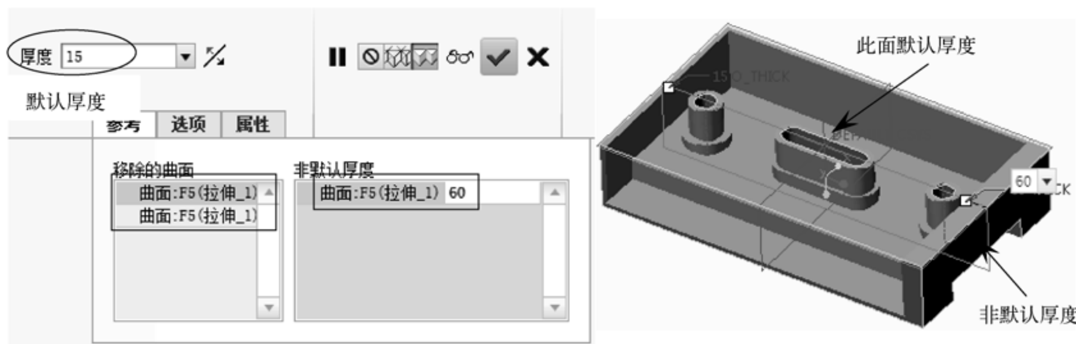


图 3-87 选取要移除的曲面

技巧点拨：

要改变某移除面的厚度，也可以右击，在弹出的快捷菜单中选择“非默认厚度”命令。在模型上选择该曲面，曲面上会出现一个控制厚度的图柄和表示厚度的尺寸数值。双击图形上的尺寸数值，更改其厚度值即可，如图 3-88 所示。

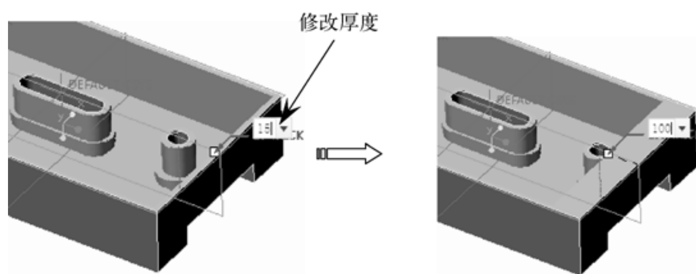


图 3-88 执行右键菜单命令来修改壳厚度

四、拔模

在塑料拉伸件、金属铸造件和锻造件中，为了便于加工脱模，通常会在成品与模具型腔之间引入一定的倾斜角，称为“拔模角”。

要使用拔模特征，需要先了解拔模的几个术语。图 3-89 所示为拔模术语的图解表达，图中所涉及的拔模概念解释如下。

- 拔模曲面：要拔模的模型的曲面。可以拔模的曲面有平面和圆柱面。
- 拔模枢轴：曲面围绕其旋转的拔模曲面上的线或曲线（也称为中立曲线）。可通过选取平面（在此情况下，拔模曲面围绕它们与此平面的交线旋转）或选取拔模曲面上的单个曲线链来定义拔模枢轴。
- 拖拉方向（拔模方向）：用于测量拔模角度的方向，通常为模具开模的方向。可通过选取平面（在这种情况下，拖拉方向垂直于此平面）、直边、基准轴或坐标系的轴来定义它。
- 拔模角度：拔模方向与生成的拔模曲面之间的角度。如果拔模曲面被分割，则可为拔模曲面的每侧定义两个独立的角度。拔模角度必须在–30°～30°范围内。

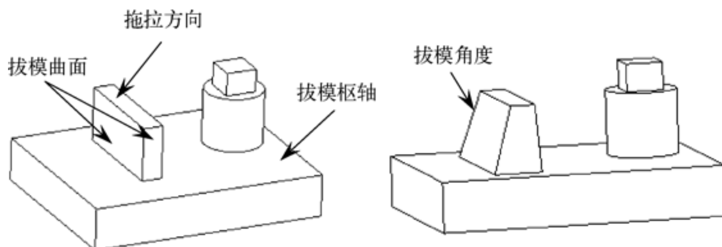


图 3-89　拔模特征的图解

在“模型”选项卡的“工程”组中单击“拔模”按钮 拔模，打开“拔模”操控板，如图 3-90 所示。



图 3-90　“拔模”操控板

五、加强筋设计

Creo 提供了两种筋的创建工具：轨迹筋和轮廓筋。

1．轨迹筋

轨迹筋是沿着草绘轨迹，并且可以创建拔模和圆角的实体特征。在“模型”选项卡的“工程”组中单击“轨迹筋”按钮 轨迹筋，打开“轨迹筋”操控板，如图 3-91 所示。

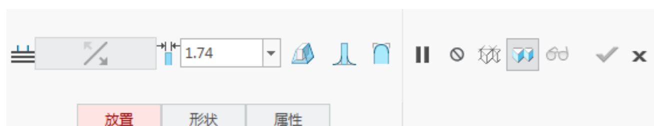


图 3-91　“轨迹筋”操控板

2．轮廓筋

与轨迹筋不同的是，轮廓筋是通过草绘筋的形状轮廓来创建的，而轨迹筋则是通过草绘轨迹来创建的扫描筋。

在“模型”选项卡的“工程”组中单击“轮廓筋”按钮 轮廓筋，打开“轮廓筋”操控板，如图 3-92 所示。



图 3-92　“轮廓筋”操控板

定义筋特征时，可在进入筋工具后草绘筋，也可在进入筋工具之前预先草绘筋。在任意一种情况下，参考收集器一次将只接收一个有效的筋草绘。

有效的筋特征草绘必须满足以下标准。

- 单一的开放环。
- 连续的非相交草绘图元。
- 草绘端点必须与形成封闭区域的连接曲面对齐。

虽然对于直的筋特征和旋转筋特征而言操作步骤都是一样的，但是每种筋类型都具有特殊的草绘要求。表 3-3 列出了直的筋与旋转筋的草绘要求。

表 3-3　直的筋与旋转筋的草绘要求

筋类型	草绘要求	有效草绘实例
直的筋	可以在任意点上创建草绘，只需将其线端点连接到曲面，从而形成一个要填充的区域	25.00
旋转筋	必须在通过旋转曲面的旋转轴的平面上创建草绘，其线端点必须连接到曲面，从而形成一个要填充的区域	

温馨提示：

无论是创建内部草绘还是用外部草绘生成筋特征，用户均可方便地修改筋特征草绘，因为它在筋特征的内部。对原始种子草绘所做的任何修改（包括删除）都不会影响筋特征，因为草绘的独立副本被存储在特征中。为了修改筋草绘几何，必须修改内部草绘特征，在“模型树”中，它是筋特征的一个子节点。

上机操作——机械零件设计

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\机械零件.prt

演示视频路径：\视频\Ch03\机械零件设计.avi

完成本次练习后，读者将掌握工程特征与基础特征命令在零件设计中的基本用法。如图 3-93 所示，此机械零件主要由拉伸实体特征和拔模特征共同组合而成。

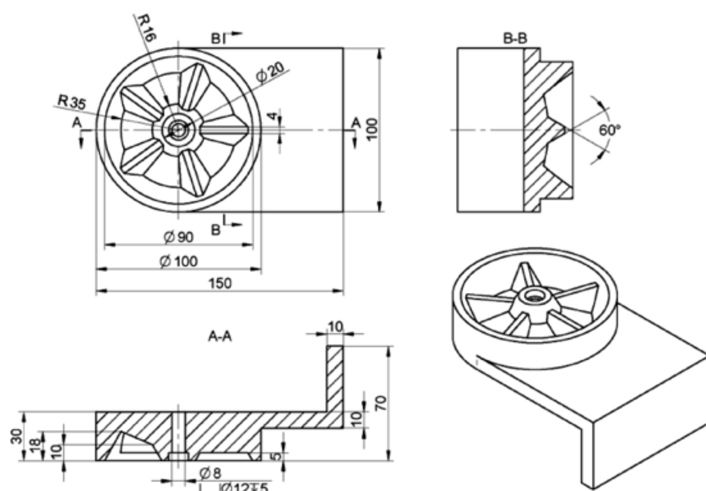


图 3−93　机械零件

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框，新建一个命名为“机械零件”的零件文件，并用公制模板进入建模环境。

02 创建拉伸特征 1。

- 单击“拉伸”按钮，选择 FRONT 基准平面作为草绘平面并自动进入到草绘环境中，然后绘制如图 3−94 所示的拉伸截面。

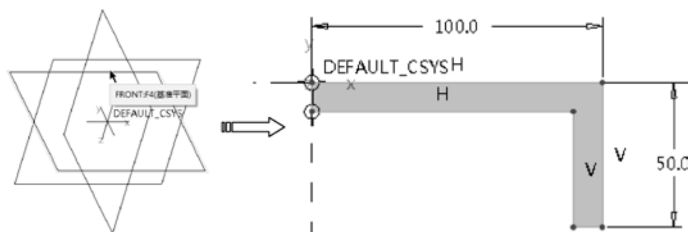


图 3−94　选择草绘平面并绘制拉伸截面

- 退出草绘环境后，在操控板中设置拉伸方法为“在各方向上以指定拉伸值一半”，拉伸草绘平面的双侧，并输入拉伸深度为“100”，单击“应用”按钮，创建拉伸特征，如图 3−95 所示。



图 3−95　创建拉伸特征

03 继续创建拉伸特征。

● 在如图 3-96 所示的面上绘制第 2 个拉伸特征的截面。

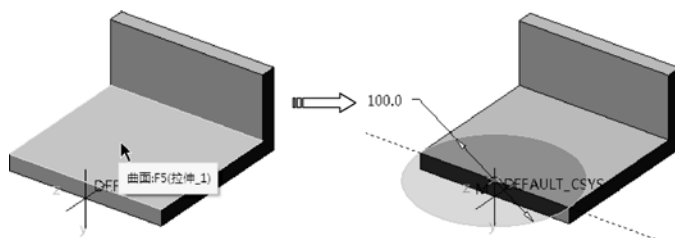


图 3-96　绘制第 2 个拉伸截面



温馨提示：

在绘制圆时，圆心必须与实体边的中点重合。

● 退出草绘环境后，以默认的“从草绘平面以指定的深度值拉伸”方法创建深度为“30”的拉伸截面，并设置反向拉伸，结果如图 3-97 所示。

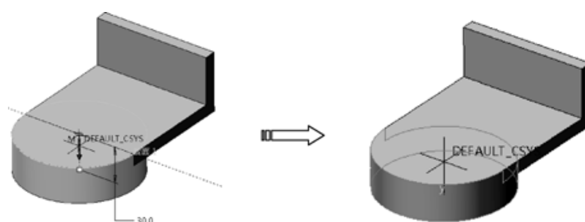


图 3-97　创建第 2 个拉伸特征

04 接下来创建第 3 个拉伸特征。

● 此特征是移除材料的拉伸。草绘平面及拉伸的截面如图 3-98 所示。

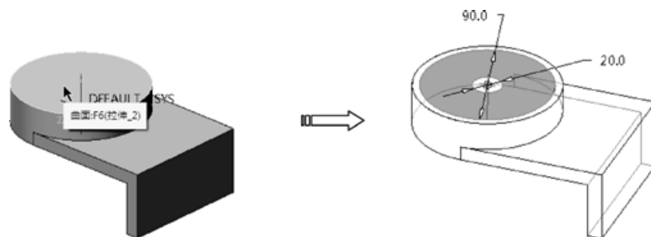


图 3-98　第 3 个拉伸特征的草绘平面及拉伸截面

● 退出草绘环境，在“拉伸”操控板上以默认拉伸方法创建出移除材料的拉伸特征，并设置拉伸深度为“20”，如图 3-99 所示。



图 3-99　创建第 3 个拉伸特征

05 继续创建第 4 个拉伸特征——筋特征。

● 选择的草绘平面及绘制的拉伸截面草图，如图 3-100 所示。



技巧点拨：

具有筋特性的拉伸截面的绘制方法是：首先绘制其中一个小截面——矩形，然后使用复制和粘贴功能，再使用“旋转调整大小”命令，将小截面依次进行旋转即可。

● 退出草绘环境，设置拉伸深度为 15，创建的拉伸特征如图 3-101 所示。

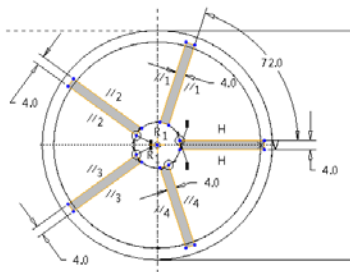


图 3-100　筋特征的草绘平面及拉伸截面

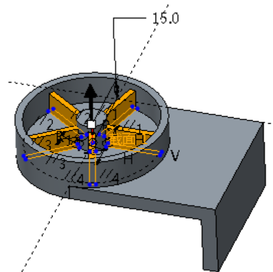


图 3-101　创建筋特征

06 接着进行拔模。单击“拔模”按钮，打开“拔模”操控板。依次选择拔模曲面和拔模枢轴，并输入拔模角度为 30，创建的圆柱面拔模特征如图 3-102 所示。

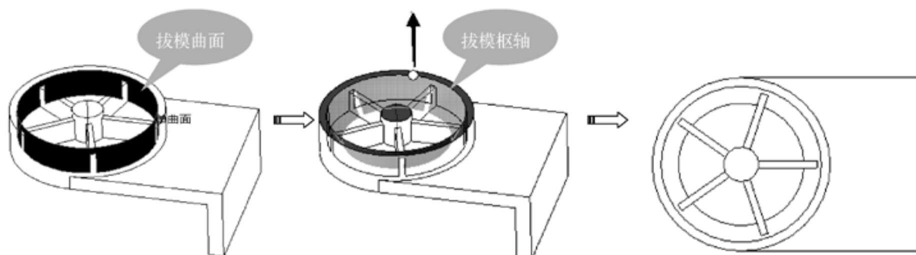


图 3-102　创建拔模特征

07 同理，再创建一个如图 3-103 所示的筋特性的拔模特征，并设置拔模角度为 30。

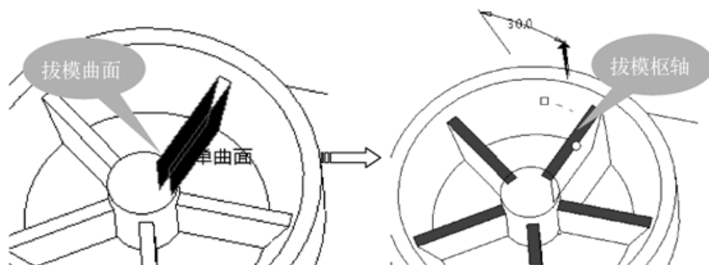


图 3-103　创建一个筋特征的拔模特征

08 同理，一次性创建出其余筋的拔模特征，结果如图 3-104 所示。

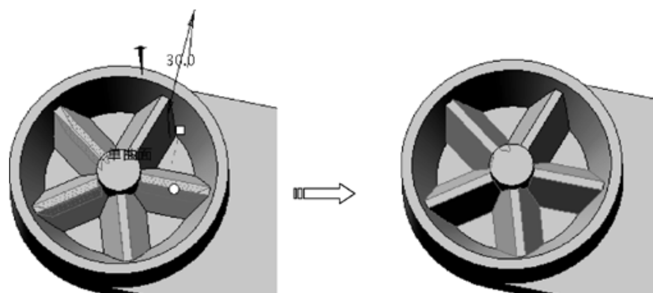


图 3-104　创建完成其余筋的拔模特征



技巧点拨：

5 个筋特征的拔模特征不能一次性完成，因为会形成交叉曲面，所以 Creo 不能识别拔模曲面。方法是先创建其中一个拔模特征，然后再一次性创建出其余 4 个拔模特征。

09 接下来对中间的圆柱进行 30° 的拔模，如图 3-105 所示。

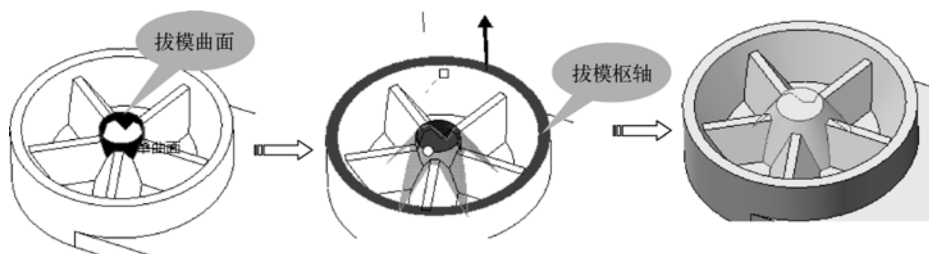


图 3-105　创建中间圆柱的拔模特征

10 使用“旋转”工具创建旋转特征。

- 单击“旋转”按钮旋转，选择 FRONT 基准平面作为草绘平面，进入草绘环境，绘制如图 3-106 所示的旋转截面。

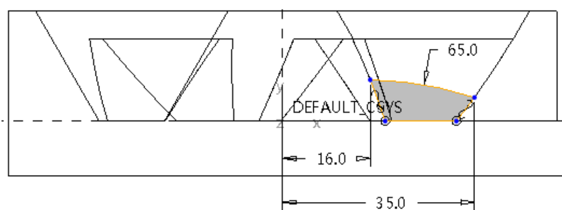


图 3-106　绘制旋转截面

- 退出草绘环境，然后创建如图 3-107 所示的旋转实体。

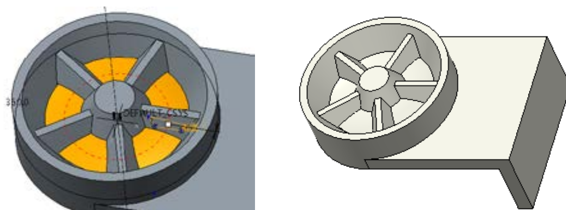


图 3-107　创建旋转特征

11 最后在圆柱上创建沉孔特征。

- 单击“孔”按钮，打开“孔”操控板。单击“创建标准孔”按钮，再单击“添加沉孔”按钮。然后选择圆柱顶部平面来放置孔，再选择 RIGHT 和 FRONT 基准平面作为偏移参考，如图 3-108 所示。

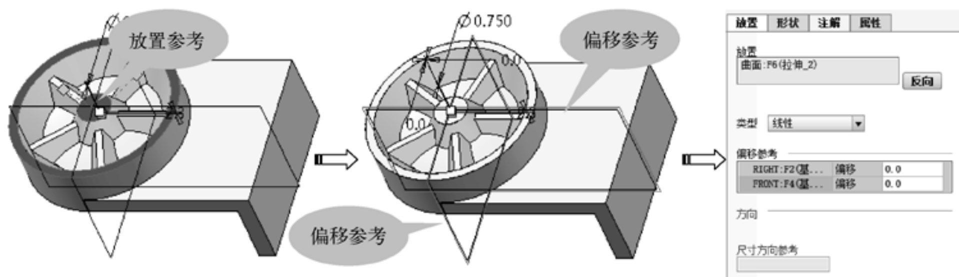


图 3-108　选择孔的放置参考和偏移参考

- 在操控板中选择孔规格为“M8x.75”，孔深度设为“50”，然后在“注解”选项板中设置沉孔深度为“5”，直径为“12”，取消选择“包括螺纹曲面”复选框，如图 3-109 所示。

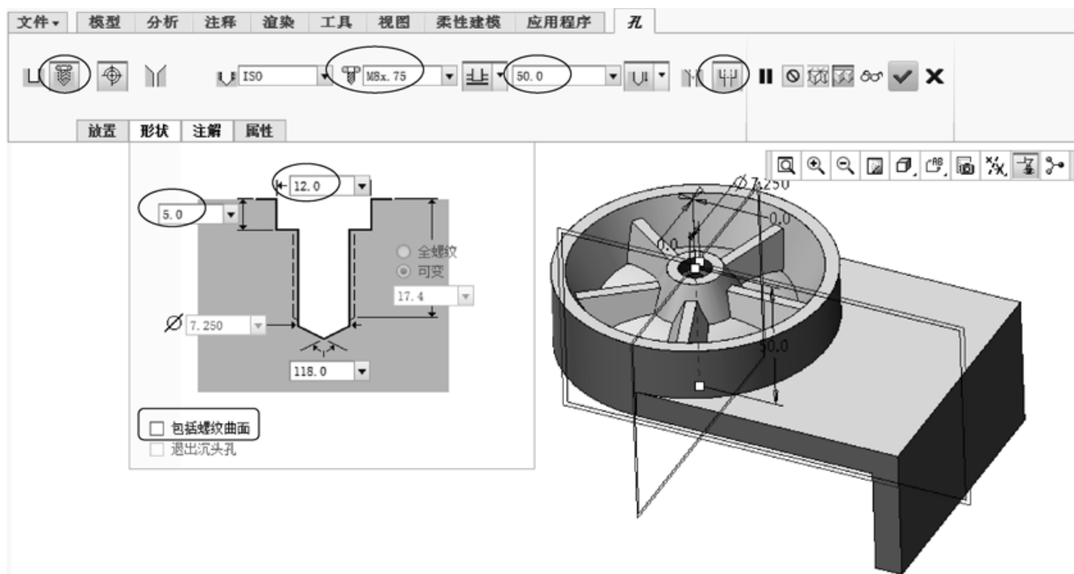


图 3-109　设置沉孔参数

- 再单击“应用”按钮，完成沉孔的创建，结果如图 3-110 所示。

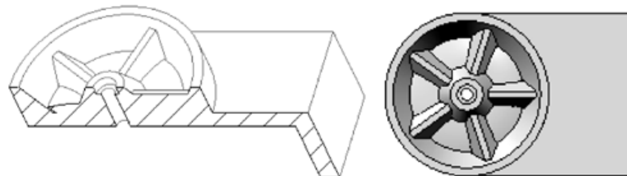


图 3-110　创建完成的机械零件

12 最后将机械零件设计的结果文件进行保存即可。



第 4 节　建模技法详解与训练

一、三维建模技法研究

对于新手而言，快速有效地建立三维模型是一大难题，其实归纳一下，无非是以下几点。

- 软件中的建模指令不熟悉。
- 视新手掌握工程制图知识的程度，看图纸有一定的难度。
- 模型建立的先后顺序模糊不清，无从着手。

对于同样的一个模型，可以用不同的建模思路（思路不同所利用的指令也会不同）去建立。

基于以上列出的 3 点，前两点可以在长期的建模训练中得到解决或加强。最关键的就是第 3 点：建模思路的确定。接下来将介绍基本建模思路。

目前，建模手段有 3 种：参照图纸建模、参照图片建模和逆向点云构建曲面建模。其中，参照图片建模和逆向点云建模主要在曲面建模中得到完美体现，故本节不进行重点讲解。下面仅讲解参照图纸建模的建模手段。

1．参照一张图纸建模

当需要为一张机械零件图纸进行三维建模时，图纸是唯一的参照，举例说明看图分析方法。模型建立完成的方式也分两种：叠加法和消减法。

（1）叠加建模思路

如图 3-111 所示，这是一个典型的机械零件立体视图，立体视图中标清、标全了尺寸。

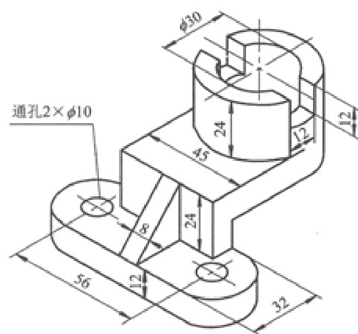


图 3-111　零件立体视图及尺寸标注

虽然只有一个视图，但尺寸一个都没有少，据此是可以建立三维模型的。问题是如何一步一步去实现？叠加建模的思路如下。

- 首先查找建模的基准，也就是建模的起点。此零件（或者说此类零件）都是有“座”的，称为底座。凡是有底座的零件，一律从底座开始建模。
- 找到建模起点后，就可以遵循“从下往上”“从上往下”“由内向外”或者“由外向内”的原则依次建模。
- 在遵循建模原则的同时，还要判断哪些是主特征（软件中称为“父特征”）、哪些是附加特征（软件中称为“子”特征）。需要注意的是，先有主特征，再有子特征（不过有些子特征可以和主特征一起建立的，省略操作步骤）。
- 就此零件，可以给出一个清晰的建模流程，如图 3-112 所示。

（2）消减法建模思路

消减法建模与叠加法建模恰恰相反，此法应用的案例要少于叠加法。主要是因为建模的逻辑思维是逆向的，不便于掌握。

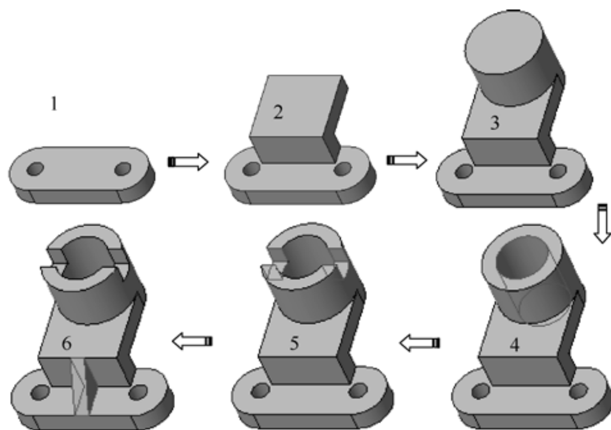


图 3–112 “叠加法”建模流程

如图 3–113 所示的机械零件，也是仅仅有一个立体视图。观察模型可知，此零件有底座，那么建模从底座开始，由于是消减法建模，所以必须首先建立出基于底座最底面至模型的最顶面之间的高度模型，然后才逐一按照从上到下的顺序依次减除多余部分体积，直至得到最终的零件模型。图 3–114 所示为消减法的建模流程分解图。

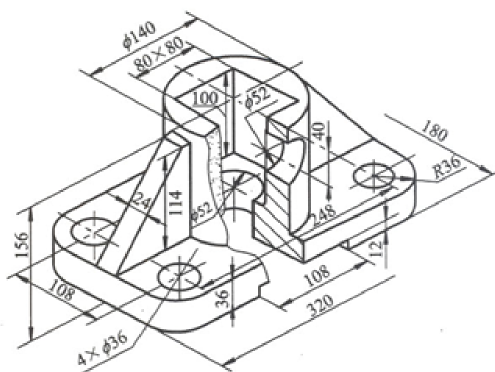


图 3–113　机械零件

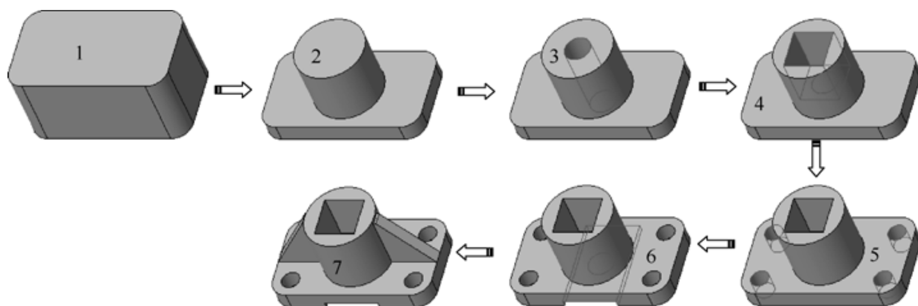


图 3–114　消减法建模流程

（3）总结

前面介绍的两种建模方法从建模流程的图解中可以看出，并非完全都是叠加或消减，而是两者相互融合使用。比如“叠加法”中第 4 步和第 5 步就是消减步骤，而“消减法”建模

流程中的第 7 步就是叠加的特征。因此在建模时，不能单纯依靠某一种方式去解决问题，而是多方面去分析，当然能够单独用某一种建模方法解决的，也不必再加上另一种方式，总之，是以“最少步骤”完成设计为依据的。

2．参照三视图建模

如果所给的图纸是多视图的，能完整清晰地表达出零件各个视图方向及内部结构的情况，那么建模就变得相对容易多了。

图 3-115 所示为一个完整的三视图及模型立体视图（轴侧视图）。图纸中还直接给出了建模起点，也就是底座所在平面。这个零件属于对称型的零件，使用“拉伸”命令即可完成，结构还是比较简单的。图 3-116 所示为建模思路图解。

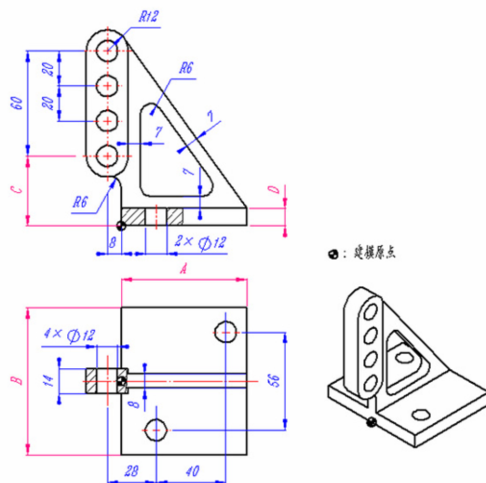


图 3-115　零件三视图

a b c d e f g

图 3-116　建模流程

再接着看一下如图 3-117 所示的零件三视图。此零件的建模起点虽然在底部，但是由于底座由 3 个小特征组合而成，那么就要遵循由大到小、由内向外的建模原则，以此完成底座部分的创建，然后才是从下往上、由父到子的依次建模。图 3-118 所示为建模思路图解。

图 3-117　零件三视图

a b c d e f g

图 3-118　建模流程

最后再来看一张零件的三视图，如图 3-119 所示。此零件与图 3-112 的模型结构类似。不过在本零件中可以采用从上往下进行建模的方式，理由是最顶部的截面是圆形，圆形在二

维图纸中通常充当的是尺寸基准或定位基准。此外，顶部的这个特征是圆形，是可以独立创建出来的，无须参照其他特征来完成。在 Creo 软件中，通常可以使用 3 种不同命令来创建："拉伸""旋转"或者"扫描"。

图 3-120 所示为零件的建模思路图解。

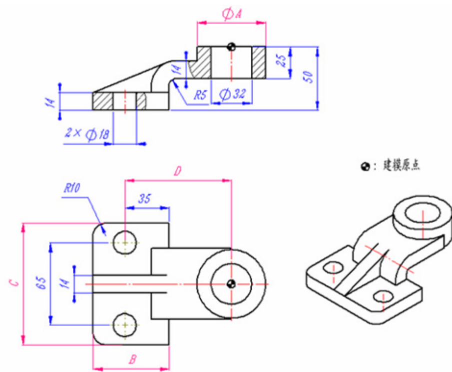


图 3-119　零件三视图

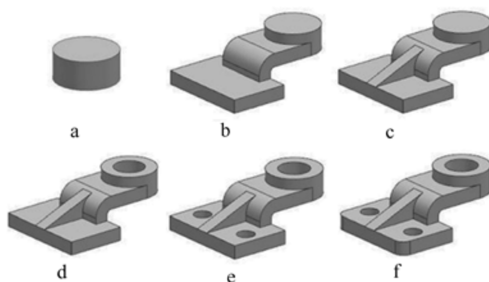


图 3-120　零件的建模流程

下面举例一般机械零件的建模过程和建模方法分享。

案例 1 摇柄零件设计

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch03\摇柄零件.prt

 演示视频路径：\视频\Ch03\摇柄零件设计.avi

建模方法解析

参照如图 3-121 所示的三视图构建摇柄零件模型，注意其中的对称、相切、同心和阵列等几何关系。参数：A=72，B=32，C=30，D=27。

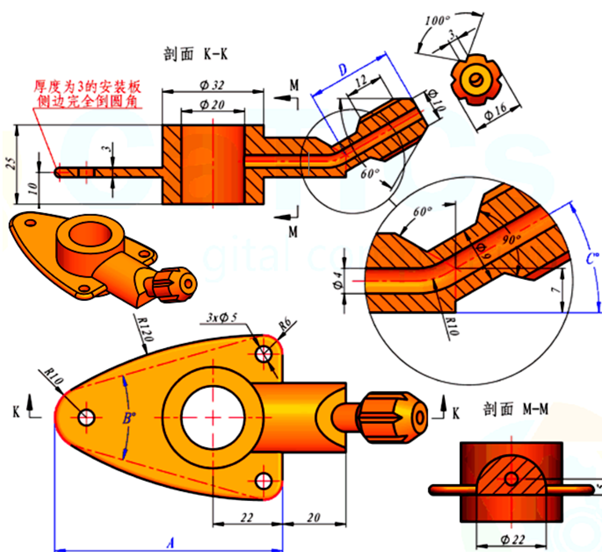


图 3-121　摇柄零件三视图

命令关键词：“拉伸”、“平面”、扫描、倒圆角、“阵列”按钮

绘图分析：

1）参照三视图，确定建模起点在“剖面 K-K”主视图∅32 圆柱体底端平面的圆心上。

2）基于“从下往上”和“由内向外”的建模原则。

3）所有特征的截面曲线来自于各个视图的轮廓。

4）建模流程的图解如图 3-122 所示。

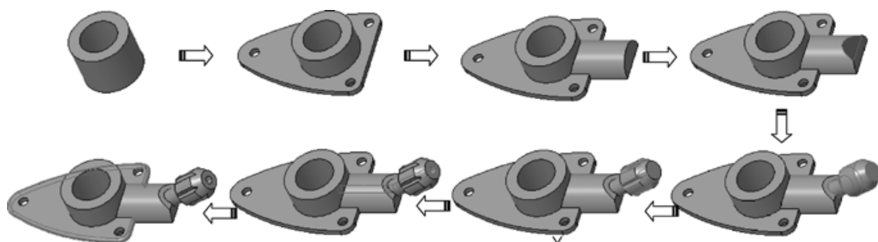


图 3-122　建模流程图解

设计步骤：

01 新建一个名为“摇柄”的零件文件。

02 创建第 1 个主特征——拉伸特征。

- 在““模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮。
- 选择 TOP 基准平面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-123 所示的草图曲线。
- 退出草绘环境后，在“拉伸“操控板中设置拉伸深度为 25，最后单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建，如图 3-124 所示。

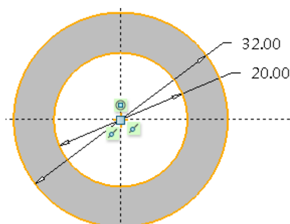


图 3-123　绘制草图

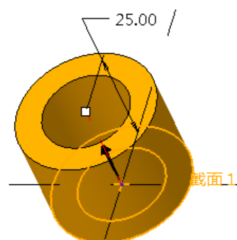


图 3-124　创建拉伸特征 1

03 创建第 2 个主特征。

- 单击“基准”组中的“平面”按钮，新建一个基准平面 DTM1，如图 3-125 所示。
- 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮。
- 选择 DTM1 平面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-126 所示的草图曲线。

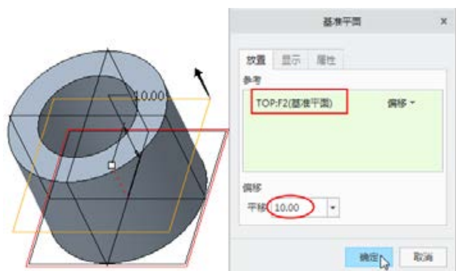


图 3-125　新建基准平面

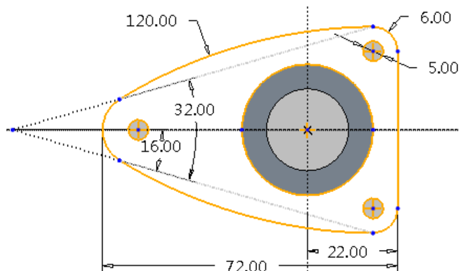


图 3-126　绘制草图

- 退出草绘环境后，在“拉伸”操控板中设置拉伸深度类型为，深度为 3，最后单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建，如图 3-127 所示。

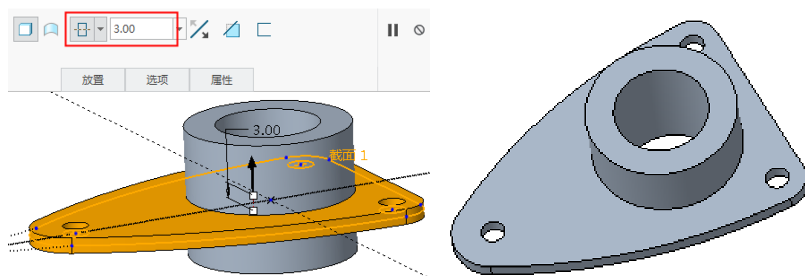


图 3-127　创建拉伸特征 2

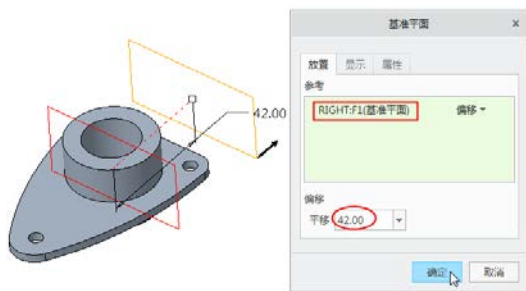


技巧点拨：

草图中的虚线是为了表达角度标注而建立的，退出草绘环境时最好将其删除，以避免草绘的不完整性。

04 创建第 3 个特征。

- 单击“基准”组中的“平面”按钮，新建一个基准平面 DTM2，如图 3-128 所示。
- 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮。
- 选择 DTM2 平面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-129 所示的草图曲线。
- 退出草绘环境后，在“拉伸”操控板中设置拉伸深度类型为“拉伸至下一曲面”或者是“拉伸至与选定的点、曲线、平面或曲面”，最后单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建，如图 3-130 所示。



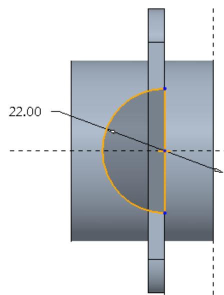


图 3-128　新建基准平面 DTM2　　　图 3-129　绘制草图

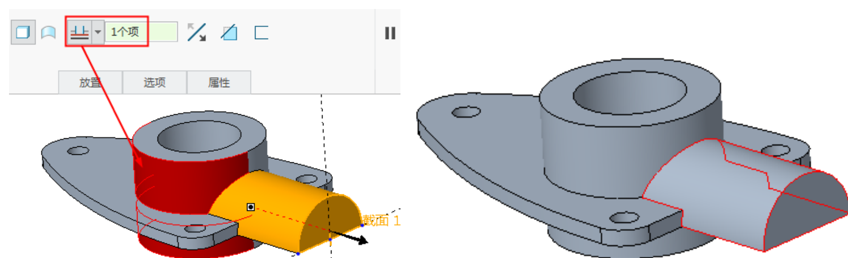


图 3-130　创建拉伸特征 3



05 创建第 4 个特征。此特征其实是第 3 个特征的子特征，但需要先创建。

- 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮。
- 选择 FRONT 平面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-131 所示的草图曲线。
- 退出草绘环境后，在“拉伸”操控板中设置拉伸深度类型为“拉伸草绘平面的双侧”，最后单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建，如图 3-132 所示。

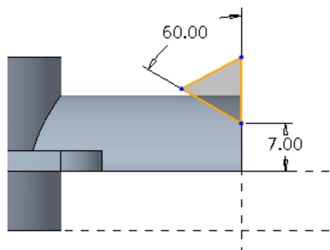


图 3-131　绘制草图

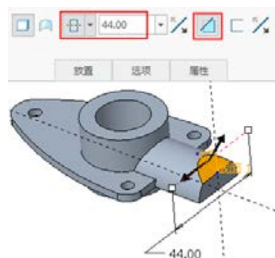


图 3-132　创建拉伸特征 4

06 创建第 5 个特征。该特征由“旋转”工具创建。

- 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“旋转”按钮 旋转。
- 选择 FRONT 平面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-133 所示的草图曲线。
- 退出草绘环境后，在“旋转”操控板中单击“应用”按钮，完成旋转特征的创建，

如图 3-134 所示。

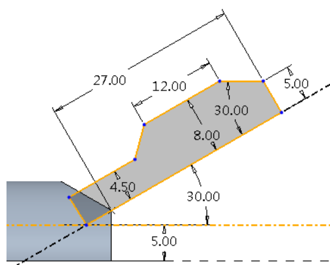


图 3-133　绘制草图

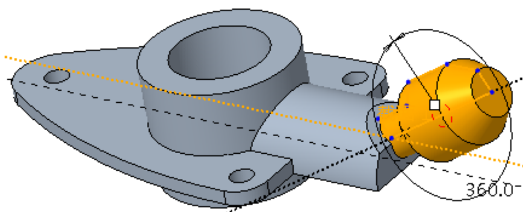


图 3-134　创建旋转特征 1

07 创建子特征——旋转切除。

- 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮。
- 选择旋转特征端面作为草图平面，进入草绘环境，绘制如图 3-135 所示的草图曲线。
- 退出草绘环境后，在“拉伸”操控板中设置拉伸深度类型，最后单击“应用”按钮，完成拉伸减除操作，如图 3-136 所示。

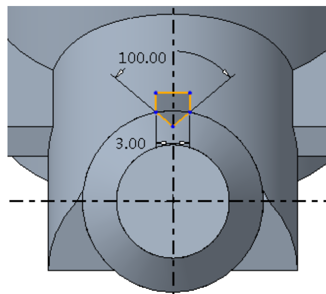


图 3-135　绘制草图

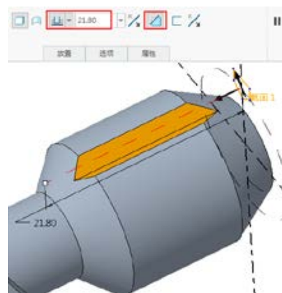


图 3-136　创建拉伸减除特征

- 图形区中除轴显示外，关闭其余基准特征。
- 选中拉伸减除特征，然后在“编辑”组中单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板。
- 选择“轴”阵列类型，拾取旋转特征 1 的轴作为阵列参考，设置阵列个数为 6，成员之间的角度为 60，最后单击“应用”按钮，完成阵列操作，如图 3-137 所示。

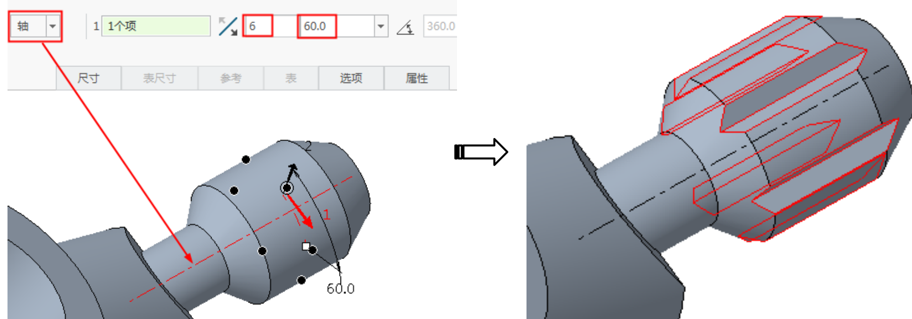


图 3-137　创建阵列特征

08 创建子特征——扫描切除特征。

- 在“基准”组中单击“草绘”按钮，选择 FRONT 平面作为草图平面，绘制如图 3-138 所示的草图曲线。
- 在“形状”组中单击“扫描”按钮扫描，打开“扫描”操控板。选取前面绘制的曲线作为扫描轨迹，如图 3-139 所示。

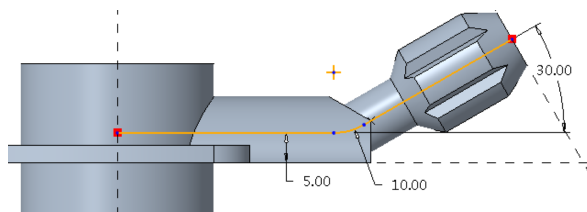


图 3-138　绘制草图曲线

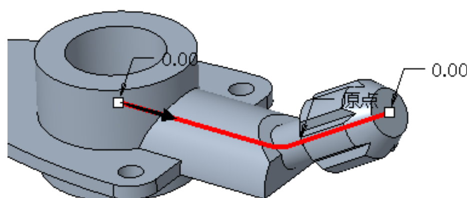


图 3-139　选取扫描轨迹

- 在操控板中单击“创建或编辑扫描截面”按钮，进入草绘环境，绘制一个直径为 4 的小圆曲线，如图 3-140 所示。
- 退出草绘环境后，单击“扫描”操控板中的“移除材料”按钮，最后单击“应用”按钮，完成扫描切除特征的创建，如图 3-141 所示。

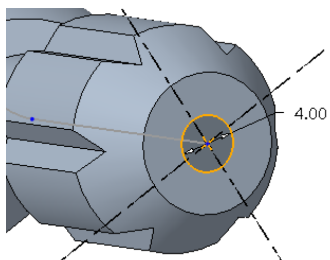


图 3-140　绘制扫描截面

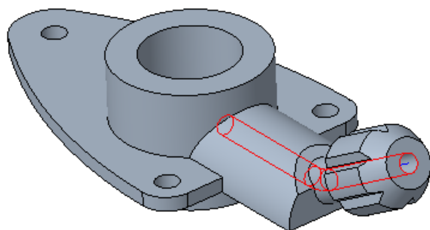
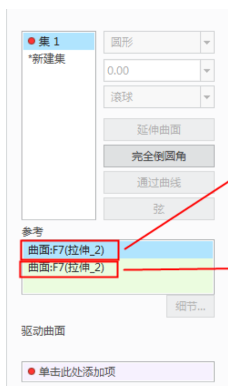


图 3-141　创建扫描切除特征

09 最后在拉伸特征 2 上创建完全倒圆角特征（子特征）。



- 单击“工程”组中的“倒圆角”按钮 倒圆角，打开“倒圆角”操控板。
- 展开“集”选项板。首先按住【Ctrl】键并选取拉伸特征 2 的上、下两个表面作为参考面，如图 3-142 所示。
- 激活“驱动曲面”收集器，选取中间曲面作为驱动曲面，如图 3-143 所示。



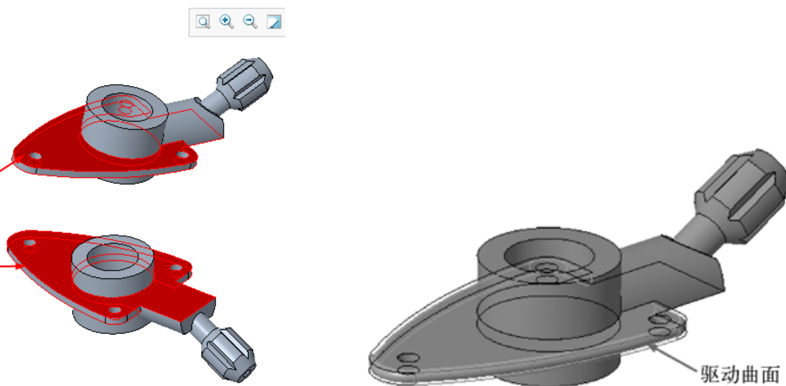


图 3-142　选取参考曲面　　　　图 3-143　选取驱动曲面

- 单击“应用”按钮✔，完成整个摇柄零件的创建，效果如图 3-144 所示。

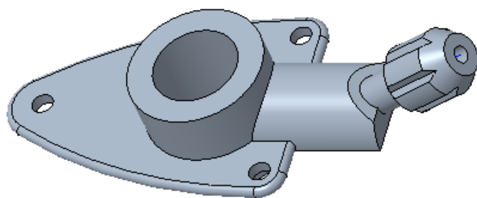


图 3-144　摇柄零件

第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

在建立特征时，许多新手朋友对建模思路掌握得不是很清晰，往往看见一个怪异造型后就没有办法建模了，感觉挺复杂，遇到困难也不愿去解决。或者是按照一些错误的建模思路先进行设计，徒增麻烦。下面就列举几个典型例子。

精华帖 1：Creo 如何在这个零件的内部扫描一个不规则的通孔？



问题描述

先来看一下网友的参考图（法兰模型），如图 3-145 所示。从图中可以看出，这是一个较为规则的贯穿型槽口，从第 3 张俯视图可以看出，没有拔模倾斜，没有弧度，也没有复杂构造。网友把这个槽口理解为使用了扫描工具来完成的。事实上，分两次拉伸减材料操作即可创建出这样的槽口。

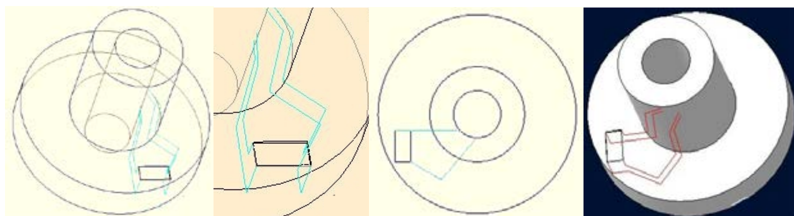


图 3-145　问题图

下面利用正确的建模方法来完成这一特征。由于网友没有提供源文件，因此只能按照大致比例来完成。

操作演示

01 启动 Creo 4.0 软件，新建一个零件文件。

02 创建法兰。

- 在“形状”组中单击“旋转”按钮，选择 RIGHT 平面作为草图平面，绘制如图 3-146 所示的旋转截面。
- 退出草图环境，在“旋转”操控板中单击“应用”按钮，创建法兰，如图 3-147 所示。

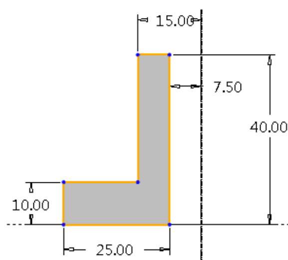


图 3-146　绘制旋转截面

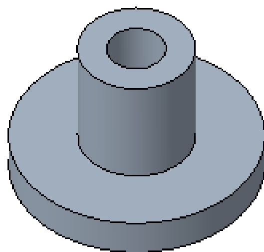


图 3-147　创建法兰模型

03 创建第 1 个拉伸减材料特征。

- 单击“拉伸”按钮，选择法兰底面作为草图平面，绘制如图 3-148 所示的拉伸截面草图（图中的阴影部分）。

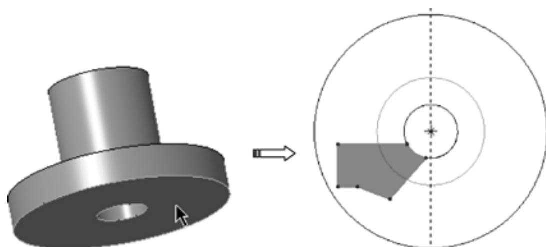


图 3-148　绘制拉伸截面草图

- 退出草绘环境。在“拉伸”操控板中单击“更改为草绘的另一侧”按钮，以改变拉伸方向，单击“移除材料”按钮，设置拉伸深度值为 5，最后单击“应用”按钮，完成拉伸减材料特征的创建，如图 3-149 所示。

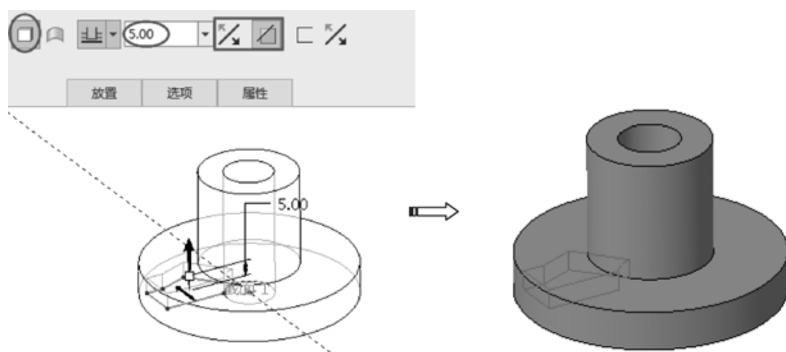


图 3-149　创建拉伸减材料特征 1

04 创建第 2 个拉伸减材料特征。

- 单击“拉伸”按钮，选择草图平面，绘制如图 3-150 所示的拉伸截面草图（图中的阴影部分）。

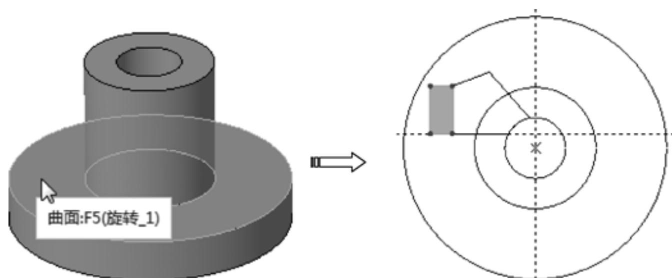


图 3-150　绘制拉伸截面草图

- 退出草绘环境。在“拉伸”操控板中单击“更改为草绘的另一侧”按钮，以改变拉伸方向，单击“移除材料”按钮，设置拉伸深度值为 5，最后单击“应用”按钮，完成拉伸减材料特征的创建，如图 3-151 所示。

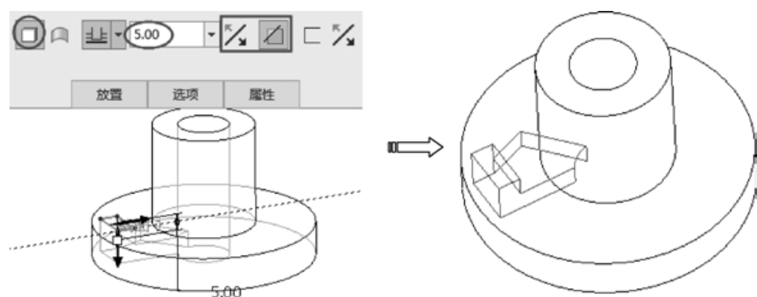


图 3-151　创建拉伸减材料特征 2

至此，问题解决了。观察模型时一定要按照从上、从左、从前等方向进行，查看有没有拔模斜度、曲面弧度等特征。如果有，就要考虑使用扫描、混合、曲面造型及尺寸驱动建模

等高级建模方法。注意，能使用简单方法时一定不要使用复杂手段去解决。

精华帖 2：螺旋扫描如何改变截面？



问题描述

这个问题其实是一个建模问题，网友的意思是：如何创建出不同扫描截面的螺旋扫描特征。图 3-152 所示为网友附上的模型尺寸图。下面就按照这个尺寸来创建该模型。

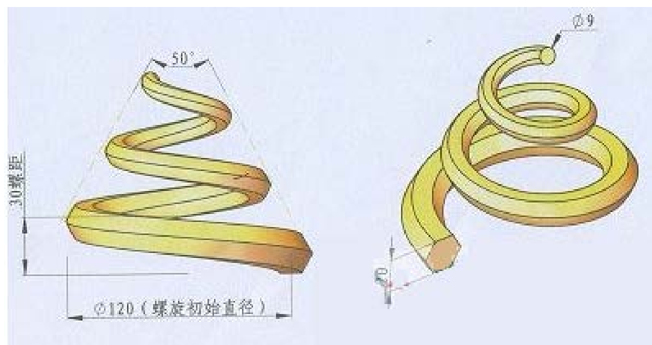


图 3-152　模型图

在 Creo 中，没有螺旋曲线的创建工具，虽然可以使用曲线方程式去创建，但难度相对大一些，利用方程式创建曲线将在本书第 6 章“尺寸驱动与参数建模”中进行详细介绍。这里只做简单处理：利用“螺旋扫描”工具创建螺旋扫描曲面，然后使用“扫描混合”工具，以螺旋扫描曲面的边作为轨迹，创建出不同截面的扫描混合特征。

操作演示

01 新建零件文件。

02 首先创建螺旋扫描曲面。

- 在“形状”组中单击“螺旋扫描”按钮 螺旋扫描，打开“螺旋扫描”操控板。
- 单击“扫描为曲面”按钮 。在“参考”选项板中单击 定义... 按钮，选择 RIGHT 平面后进入草绘环境，绘制扫描轨迹线（注意，必须绘制基准中心线），如图 3-153 所示。
- 在操控板中单击“创建或编辑扫描截面”按钮 ，进入草绘环境，绘制截面（一条直线），如图 3-154 所示。

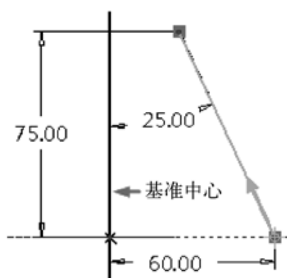


图 3-153　绘制扫描轨迹线

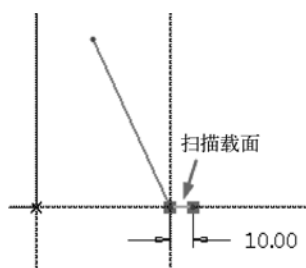


图 3-154　绘制扫描截面

● 在操控板中设置间距（螺距）为 30，单击“使用左手定则”按钮，确定旋向，最后单击“应用”按钮，完成螺旋扫描曲面的创建，如图 3-155 所示。

03 接着创建扫描混合特征。

● 单击“扫描混合”按钮扫描混合，打开“扫描混合”操控板。首先选择螺旋扫描曲线的一条边界作为扫描混合的轨迹线，如图 3-156 所示。

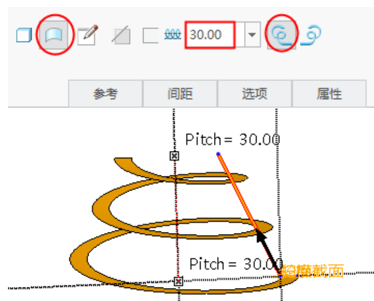


图 3-155　创建螺旋扫描曲面

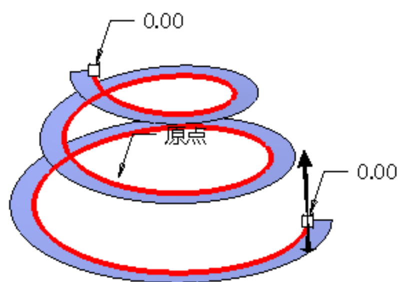


图 3-156　选择扫描混合的轨迹线

● 切换到“截面”选项板。单击“草绘”按钮，进入草绘环境，利用“选项板”工具的“多边形”下的正六边形作为扫描截面 1，如图 3-157 所示。

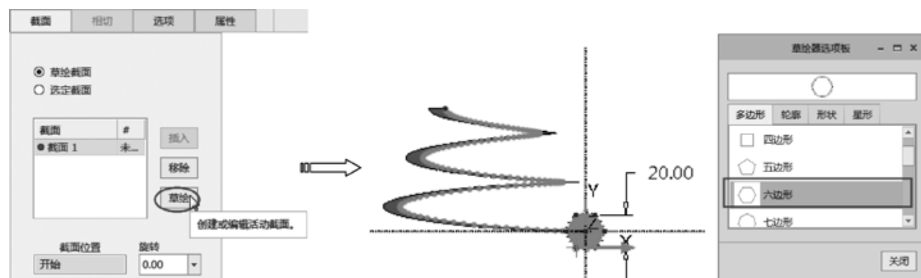


图 3-157　绘制扫描截面 1

● 退出草绘环境后，在“截面”选项板中单击“插入”按钮，再单击“草绘”按钮，接着绘制扫描截面 2，如图 3-158 所示。



技巧点拨：

绘制的圆必须均匀打断成 6 份，否则不能创建扫描特征。

● 退出草绘环境后，单击操控板中的“应用”按钮✔，完成变截面锥形弹簧的创建效果，如图 3-159 所示。

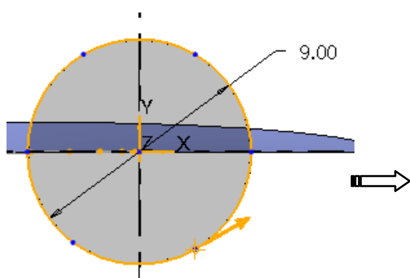


图 3-158　绘制截面 2

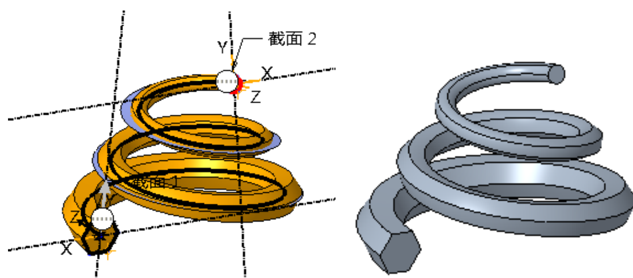


图 3-159　完成弹簧的创建

第 6 节　Creo工程师认证试题

一、单选题

（1）一个零件的实体建模的基本过程有以下几个基本步骤，请排序：（BADC）。

A．分析零件特征，并确定特征创建顺序

B．进入零件设计模式

C．存储零件模型

D．创建与修改特征

（2）草绘旋转特征时，其旋转中心线可以有（A）。

A．一条　　B．二条　　C．三条　　D．多条

（3）构建抽壳特征时，当选取实体上多个要去除的表面时，可按（A）复选。

A．Ctrl+鼠标左键　　B．Ctrl　　C．Shift 键　　D．Ctrl+鼠标右键

（4）创建加强筋步骤如下，请排序：（BDAC）。

A．绘制加强筋草图

B．从各级菜单中依次选取“特征”→“创建”→“筋”选项

C．输入加强筋厚度

D．选取绘制加强筋的草绘平面和参考平面

二、判断题

（1）进行 3D 造型的绘制时，除了要定义截面的几何尺寸外，还必须定义该截面与基准面或造型其他部分的相对位置，即位置尺寸。（√）

（2）在使用加材料（Protrusion）中的混合（Blend）来绘制特征时，截面必须有相同的边数，但是起始点不一定相同。（√）

（3）Creo 的一个优点就是，通过使用特征的插入（Insert）或顺序特征（Reorder），设计者可以任意地插入特征，改变建构顺序。（√）

（4）利用一条边和一个面（Edge－Surf）作为建立圆角的参考边时，必须注意边和面的垂直距离必须小于圆角的半径。（√）

（5）抽壳（Shell）时，输入的厚度可以是正值，也可以是负值，但厚度必须相同。（√）

（6）肋（Rib）的绘制有两种：直肋（Straight Rib）和旋转肋（Rotational Rib），截面输入厚度后沿绘图面的两侧延伸，绘制的截面必须是封闭的，且与实体相交。（×）

（7）使用加材料（Protrusion）来创建实体特征时，最常用的有 Extrude（延伸）、Revolve（旋转）、Sweep（扫描）和 Blend（混合），在绘制截面时，都遵循统一的原则，即截面必须是单一的、封闭的截面。（√）

（8）混合扫描是针对可变剖面的扫描，就是用统一路径，但路径中每段剖面的形状不同。（×）

三、绘图题

（1）参照如图 3-160 所示的图形创建实体。

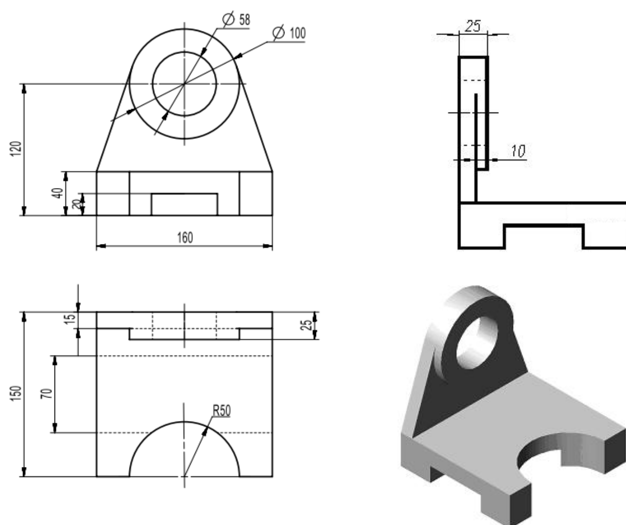


图 3-160 模型 1

（2）参照如图 3-161 所示的图形创建实体。

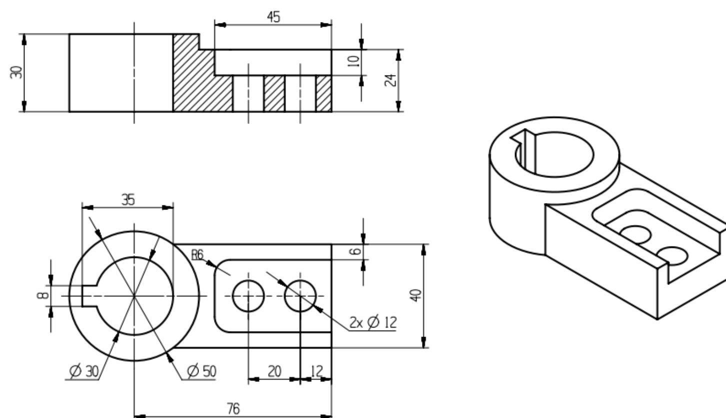


图 3-161 模型 2



第 4 章

高级特征建模



本章导读

在本章中，将会利用 Creo 的折弯变形特征工具来完成一些复杂建模。在 Creo 中，特征的编辑与修改是基于工程特征或构造特征的模型操作与编辑命令，如阵列、镜像、偏移、加厚、修剪、合并和相交等。另外，Creo 还提供了基于模型的修改命令，用户可以直接在模型上选择面进行拉伸、偏移等操作。

本章将详细讲解这些特征的编辑与修改命令，熟练运用这些命令能帮助用户快速建模，提高工作效率。



案例展现

案　例　图	描　　述
	本节将通过一个造型比较独特的香水瓶瓶身的案例进行详解。与上一章所不同的是，本节将更多地使用变形特征工具、特征编辑工具及其他辅助工具来完成。并且将采用参照图片进行建模的方式
	其实这样的杯子造型并不复杂，只要使用了合理的设计工具，建模就很轻松。难点主要在于杯子手柄部位的扭曲造型，可以使用两种方法来完成：第一种使用了扭曲方法；第二种使用 “扭曲 ”工具直接将实体扭曲成所需造型。现将杯子拆分成两部分，第一部分是手柄部分，第二部分是其余的较为简单的部分（使用 “旋转 ”工具 创建的杯身和杯子脚）



第 1 节　扭曲变形建模

所谓“扭曲”，就是将实体按指定的形状（草绘截面或轨迹）进行折弯变形，得到新的折弯实体。Creo 的折弯特征命令包括环形折弯和骨架折弯。

一、环形折弯

“环形折弯”操作将实体、曲面或基准曲线在 0.001°～360°范围内折弯成环形，可以使用此功能从平整几何创建汽车轮胎、瓶子和环形百叶窗零件等，如图 4-1 所示。



图 4-1　环形折弯的范例

用于定义环形折弯特征的强制参数包括截面轮廓、折弯半径及折弯几何。

在“工程”组的下拉列表框中单击“环形折弯”按钮，打开“环形折弯”操控板，在其中可以进行环形折弯操作，如图 4-2 所示。



图 4-2　“环形折弯”操控板

1．实体折弯注意事项

要创建折弯特征，必须满足“参考”选项板中的选项设置，如图 4-3 所示。如果是折弯实体，必须指定“面组”和指定（或草绘）“轮廓截面”。

“面组”就是要折弯的实体表面，可以采用复制、粘贴的办法来获取参考面组。

如果要草绘“轮廓截面”，必须指定草绘平面，并进入草绘环境中绘制截面。绘制截面时有以下几点要求。

- 截面可以是一条平直的直线，如图 4-4 所示。



温馨提示：

在“参考”选项板中，若选择“实体几何”复选框，将创建折弯的实体特征；若取消选择该复选框，则创建折弯的曲面。“曲线”收集器用于收集所有属于折弯几何特征的曲线。



图 4-3 “参考”选项板

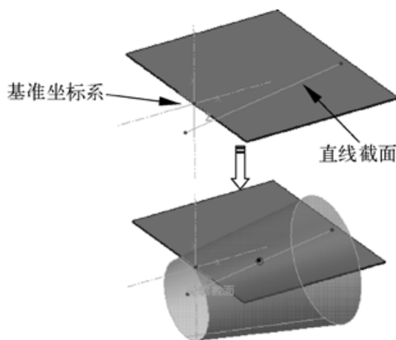
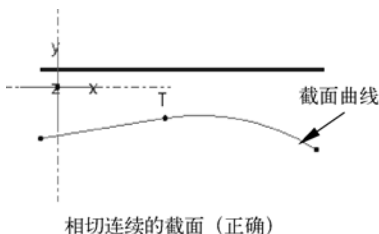


图 4-4　直线截面

● 截面必须是相切连续的曲线，如图 4-5 所示。



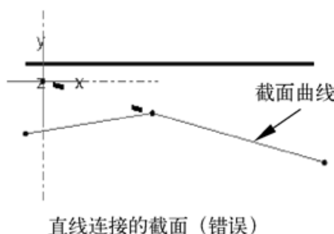
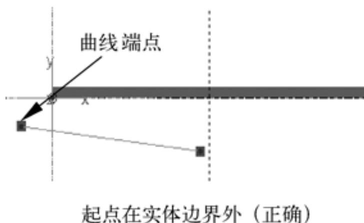


图 4-5　截面必须相切连续

● 截面曲线的起点必须超出要折弯的实体或曲线，否则不能创建折弯，如图 4-6 所示。



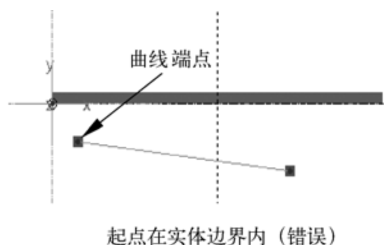


图 4-6　截面曲线的起点必须在实体或曲线外

● 截面草图中必须创建基准坐标系，但利用“草绘”面板中的“坐标系”命令不可以创建。
● 截面轮廓的起点决定了折弯的旋转中心轴，所以要确定截面轮廓的起始位置。

2．曲线折弯技巧

当用于折弯曲线时，在操控板的“选项”选项板中可以设置曲线折弯的多个选项，如图 4-7 所示，各选项的含义如下。

● 标准：根据环形折弯的标准算法对链进行折弯，如图 4-8 所示。

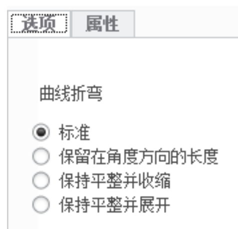


图 4-7 “选项”选项板

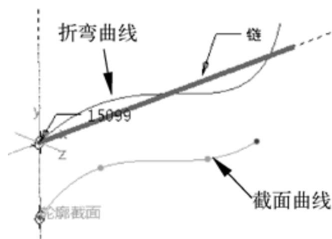


图 4-8 “标准”的折弯

● 保留在角度方向的长度：对曲线链进行折弯，折弯后的曲线与原直线长度相等，如图 4-9 所示。
● 保持平整并收缩：使曲线链保持平整并位于中性平面内，原曲线（链）上的点到轮廓截面平面的距离收缩。此选项主要针对多条直线折弯的情形，如图 4-10 所示，第二条直线才会产生距离收缩现象。

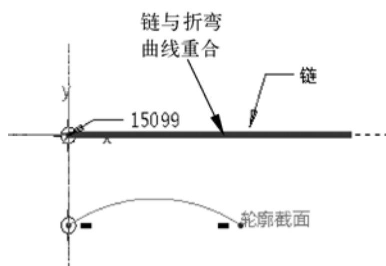


图 4-9　保留在角度方向的长度

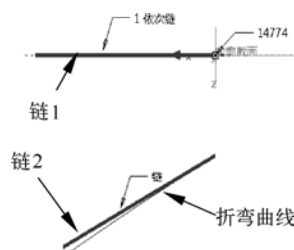


图 4-10　保持平整并收缩

● 保持平整并展开：使曲线链保持平整并位于中性平面内，曲线上的点到轮廓截面平面的距离增加。



温馨提示：

如果选择“标准”单选按钮创建另一个环形折弯，则其结果等效于选择“保留在角度方向的长度”单选按钮创建单个环形折弯。



上机操作——轮胎设计

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\轮胎.prt

演示视频路径：\视频\Ch04\轮胎设计.avi

完成本次练习后，读者将掌握“环形折弯”命令在轮胎模型设计中的基本用法。轮胎造型如图 4-11 所示。

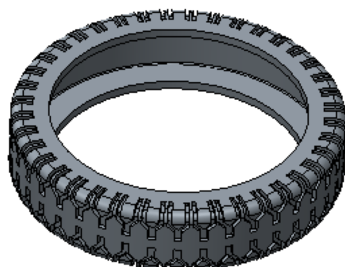


图 4-11　轮胎设计

01 新建一个名为“轮胎”的新零件文件。

02 使用“拉伸”工具创建轮胎折弯之前的胚料。

● 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。



- 选择 FRONT 基准平面作为草绘平面，进入草绘环境，绘制如图 4–12 所示的截面。
- 退出草绘环境，然后创建出拉伸深度为“2200”的拉伸实体，如图 4–13 所示。

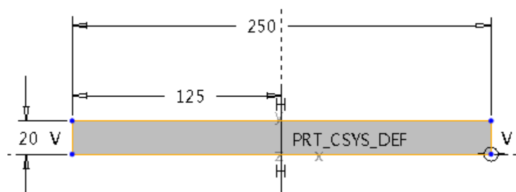


图 4–12　选择草绘平面并绘制截面

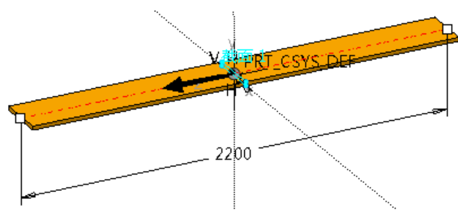


图 4–13　创建拉伸实体

03 再使用“拉伸”工具，在步骤 02 创建的拉伸特征表面上，以切除材料的方式，创建如图 4–14 所示的拉伸移除材料特征。

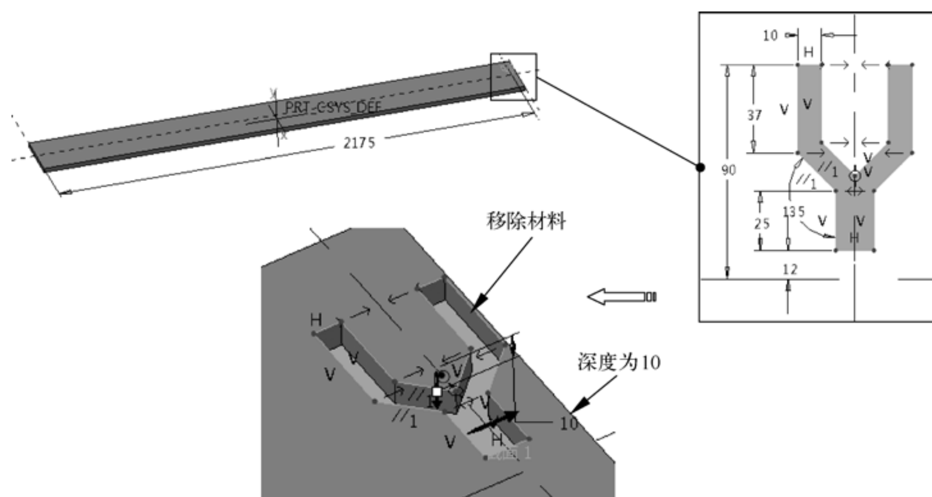


图 4–14　创建拉伸移除材料特征

04 阵列移除材料特征。在“编辑”组中单击“几何阵列”按钮，打开“几何阵列”操控板，然后选择拉伸实体的一条长边作为参考，并输入阵列个数及间距，完成的阵列效果如图 4–15 所示。

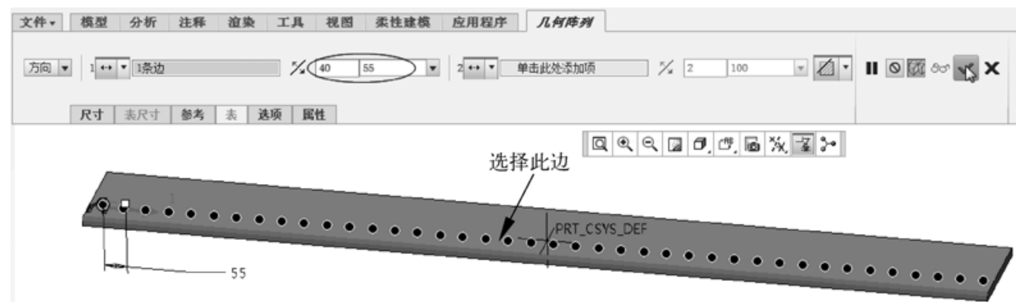


图 4–15　创建阵列

05 阵列特征后，再使用“镜像”工具，将所有阵列的特征全部镜像至 RIGHT 基准平面的另一侧。方法是先选择要镜像的所有阵列特征，然后再执行“镜像”命令，最后选择镜像平面——RIGHT 基准平面，即可创建镜像特征，如图 4–16 所示。

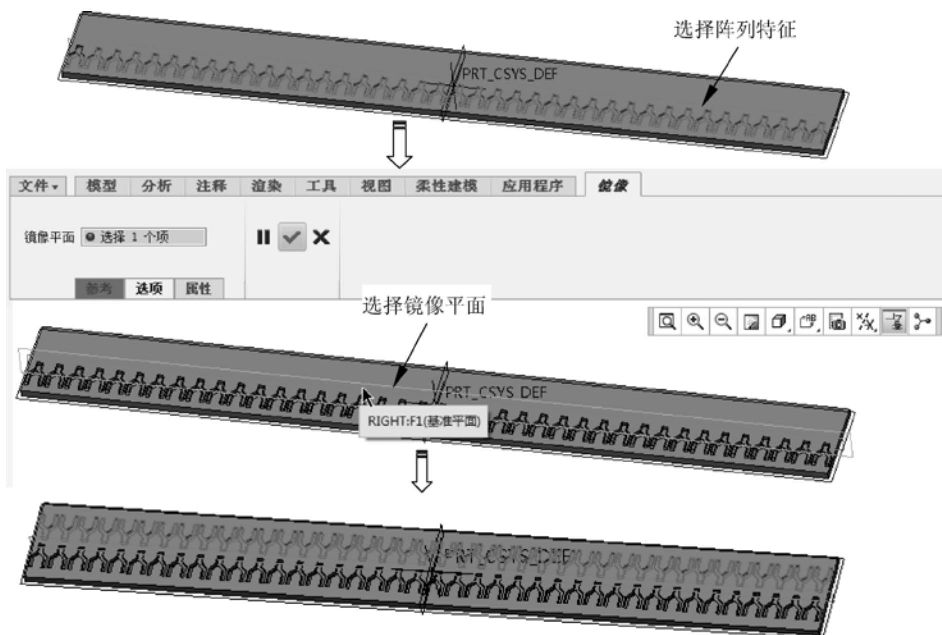


图 4-16　创建镜像特征

技巧点拨：

“阵列”命令和“镜像”命令将在下一节中进行详细讲解。这里仅仅是调用这两个命令来创建所需的特征。

06 创建折弯特征。

- 在“工程”组的下拉列表框中单击“环形折弯”按钮 环形折弯，打开“环形折弯”操控板。
- 在“参考”选项板中选择“实体几何”复选框，单击“定义内部草绘”按钮定...，弹出“草绘”对话框，并选择如图 4-17 所示的拉伸特征端面作为草绘平面。
- 进入草绘环境，绘制如图 4-18 所示的轮廓截面。注意，在截面中必须绘制基准坐标系。

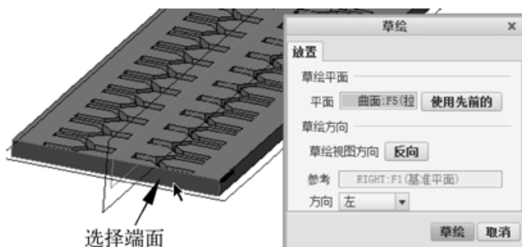


图 4-17　选择草绘平面

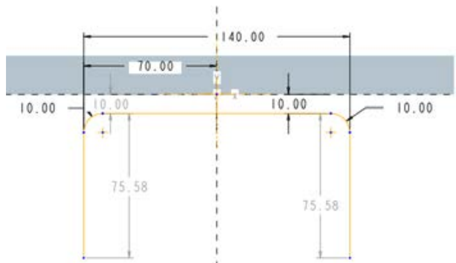


图 4-18　绘制截面轮廓

技巧点拨：

只需保证 140 长度的直线尺寸。竖直方向的长度尺寸只要超出拉伸实体范围即可，无须精确。草图必须在实体下方，否则不能正确创建折弯。

- 退出草绘环境后，在操控板中选择“360 度折弯”方法，然后选择如图 4-19 所示的拉伸实体的两个端面作为折弯长度参考。

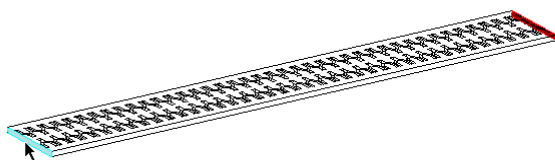


图 4-19　选择折弯参考

- 随后，Creo 自动生成环形折弯的预览，最后单击操控板中的“应用”按钮，完成轮胎的设计，如图 4-20 所示。

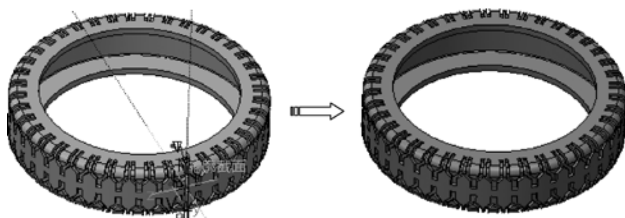


图 4-20　完成轮胎设计

二、骨架折弯

骨架折弯是以具有一定形状的曲线作为参照，将创建的实体或曲面沿着曲线进行弯曲，从而得到所需的造型。

在“工程”组的下拉列表框中单击“骨架折弯”按钮 骨架折弯，打开“骨架折弯”操控板，如图 4-21 所示。



图 4-21　“骨架折弯”操控板

骨架线可以选择现有的，也可以利用操控板右侧的“基准”面板中的“草绘”命令，进入草绘环境绘制。要草绘骨架线，必须执行如图 4-22 所示的选项命令及操作。



图 4-22　要草绘骨架线需执行的命令与操作



技巧点拨：

选择要折弯的实体或面组，都可以将实体或曲面按用户绘制的骨架曲线进行骨架折弯。骨架折弯主要用于各种钣金件设计。

草绘的骨架线必须是开放的，而且还必须注意骨架线的起点。如图 4-23 所示，同一条骨架曲线因起点方向不同，产生的结果也会有所不同。

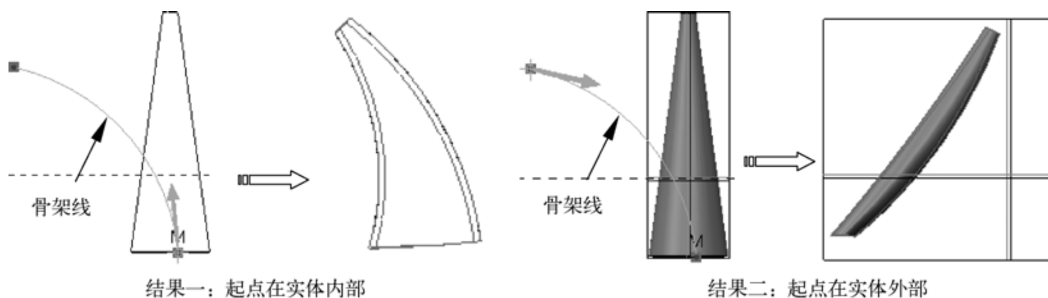


图 4-23　骨架线的起点



技巧点拨：

多段曲线构成的骨架线要求是相切连续的，否则将不能正确创建特征。



上机操作——风车骨架折弯设计

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\风车.prt

演示视频路径：\视频\Ch04\风车骨架折弯设计.avi

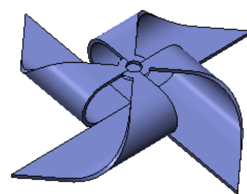


图 4-24　风车

风车模型如图 4-24 所示。

01 新建一个名为“风车”的新零件文件。

02 使用“拉伸”工具，选择 TOP 基准平面作为草绘平面，进入草绘环境，绘制如图 4-25 所示的截面。退出草绘环境，然后创建出一个拉伸深度为“5”的拉伸实体，如图 4-26 所示。

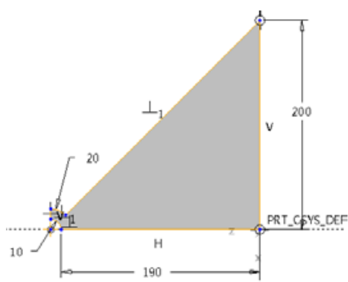


图 4-25　绘制截面

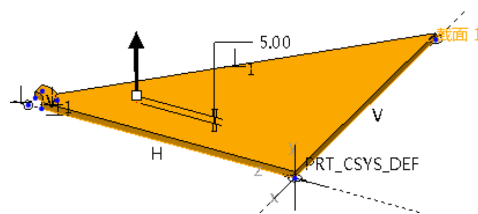


图 4-26　创建拉伸实体

03 使用“草绘”工具，在 RIGHT 基准平面上绘制如图 4-27 所示的曲线。

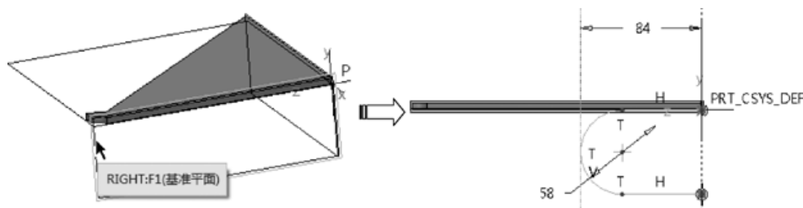


图 4-27　创建曲线

04 创建骨架折弯特征。

- 在“工程”组的下拉列表框中单击“骨架折弯”按钮 骨架折弯，打开“骨架折弯”操控板。
- 首先选择拉伸实体为要折弯的实体几何。
- 然后在“参考”选项板下激活骨架“依次链”收集器，随后在图形区选择步骤 03 中绘制的曲线（骨架线），随后显示骨架折弯的预览，如图 4-28 所示。
- 最后单击操控板中的“确定”按钮，完成骨架折弯实体的创建。

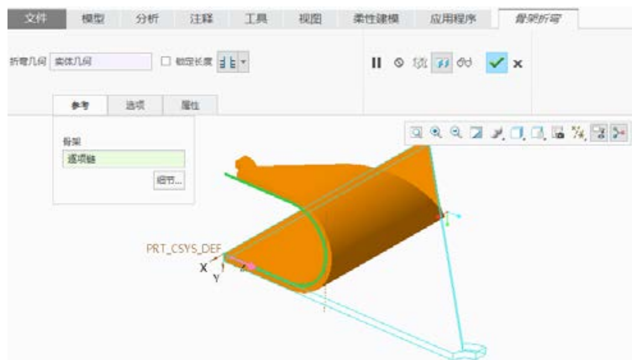


图 4-28　选择折弯几何与骨架线

05 由于风车是由 4 个折弯实体组合而成的，因此调用“几何阵列”命令，创建出如图 4-29 所示的风车。

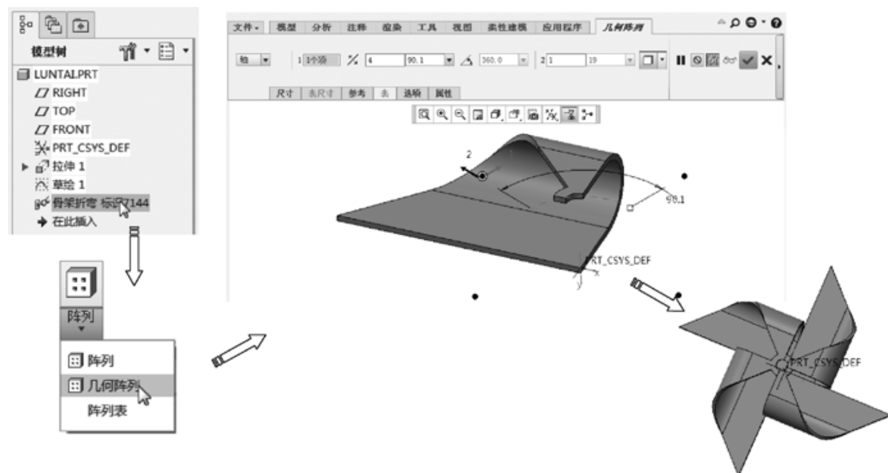


图 4-29　创建几何阵列特征完成风车的设计

三、折弯实体

折弯实体是使用展平面组特征的参考来折弯实体或曲线的。在 Creo 4.0 中，折弯实体功能被融合进“模型”选项卡的“曲面”组的“展平面组变形”命令中。图 4-30 所示为执行“展平面组变形”命令后打开的“展平面组变形”操控板。



图 4-30　折弯实体功能在“展平面组变形”操控板中



上机操作——创建折弯实体

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\折弯实体.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建折弯字体.avi

01 新建一个名为“折弯实体”的零件文件，并进入到零件设计模式中。

02 利用“旋转”命令 旋转，创建如图 4-31 所示的球体。

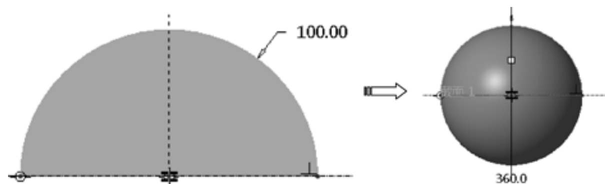


图 4-31　创建球体

03 在“模型”选项卡的“基准”组中单击“点”按钮 点，创建一个基准点，如图 4-32 所示。

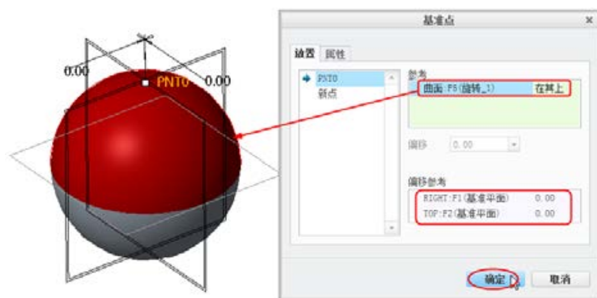


图 4-32　创建基准点

04 在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“展平面组”按钮 展平面组，打开“展平面组”操控板。然后创建出如图 4-33 所示的展平面组。



图 4-33　创建展平面组

05 利用“拉伸”工具在展平面组上创建文字实体特征，如图 4-34 所示。

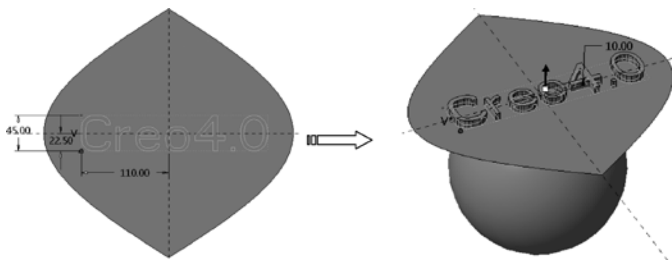


图 4-34　创建文字实体

06 在“曲面”组中单击“展平面组变形”按钮，打开“展平面组变形”操控板。在“参考”选项板中选择“实体几何”复选框，然后选择展平面组，随后显示折弯实体的预览效果，如图 4-35 所示。

07 最后单击操控板中的“确定”按钮，完成折弯实体操作，结果如图 4-36 所示。



图 4-35　设置展平面组变形选项

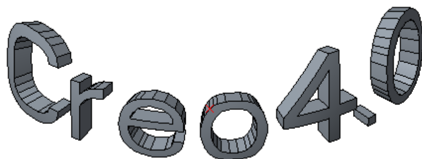


图 4-36　折弯实体的结果

第 2 节　特 征 变 换

使用特征变换与更改工具，可以让建模更高效，包括常见的阵列、镜像、复制与粘贴，



以及选择性粘贴等。

一、特征阵列

特征的阵列命令用于创建一个特征的副本，阵列的副本称为“实例”。阵列可以是方向阵列，也可以是轴阵列，如图 4−37 所示。在阵列时，各个实例的大小也可以递增变化。

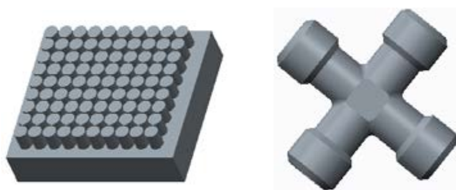


图 4−37　方向阵列和轴阵列

阵列有以下几个优点。

- 创建阵列是重新生成特征的快捷方式。
- 阵列是受参数控制的。因此，通过更改阵列参数，如实例数、实例之间的间距和原始特征尺寸等，可修改阵列。
- 修改阵列比分别修改特征更为有效。在阵列中更改原始特征尺寸时，整个阵列都会被更新。
- 对包含在一个阵列中的多个特征同时执行操作，比操作单独特征更为方便和高效。例如，隐含阵列或将其添加到层。

Creo 中主要有特征阵列、几何阵列和表阵列。特征阵列和几何阵列的选项操控板的功能是相同的，因此下面仅仅介绍特征阵列的操控板功能。

1．特征阵列操控板

在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板，如图 4−38 所示。



图 4−38　“阵列”操控板

其中，尺寸下拉列表框用于选择阵列类型。

在操控板中选择“选项”选项板，其中的内容随着阵列类型的不同而略有不同，但均包括“相同”“可变”和“常规”3 个阵列再生选项。

相同阵列是最简单的一种类型，使用这种阵列方式建立的全部实例都具有完全相同的尺寸，使用相同阵列系统的计算速度是这 3 种类型中最快的。



技巧点拨：

在进行相同阵列时，必须位于同一个表面且此面必须是一个平面，阵列的实例不能与平面的任何一边相交，实例彼此之间也不能有相交。

可变阵列的每个实例可以有不同的尺寸，每个实例可以位于不同的曲面上，也可以和曲面的边线相交，但实例彼此之间不能交截。可变阵列系统先分别计算每个单独的实例，然后统一再生，所以它的运算速度比相同阵列慢。常规阵列和可变阵列大体相同，最大的区别在于阵列的实例可以互相交截，且交截的地方系统自动实行交截处理，以使交截处不可见，这种方式的再生速度最慢，但却最可靠，Creo 系统默认采用这种方式。

2．阵列类型

特征阵列主要包括以下几种类型，如表 4−1 所示。

表 4−1　阵列类型

阵列类型	图　　解	文字说明
尺寸阵列		通过使用驱动尺寸并指定阵列的增量变化来创建阵列
方向阵列		通过指定方向并使用拖动控制滑块设置阵列增长方向和增量来创建阵列
轴阵列		通过使用拖动控制滑块设置阵列的角增量和径向增量来创建径向阵列，也可将阵列拖动成为螺旋形
填充阵列		通过根据选定栅格用实例填充区域来创建阵列
表阵列		通过使用阵列表并为每一阵列实例指定尺寸值来创建阵列
参照阵列		通过参照另一阵列来创建阵列
曲线阵列		沿草绘的曲线或基准曲线创建特征实例
点阵列		通过将阵列成员放置在点或坐标系上来创建阵列

3．尺寸阵列

尺寸阵列是指通过使用驱动尺寸并指定阵列的增量变化来创建阵列。尺寸阵列可以是单向阵列（如孔的线性阵列），也可以是双向阵列（如孔的矩形阵列）。换句话说，双向阵列将实例放置在行和列中。

当选择要创建阵列的对象时，Creo 会自动生成对象的驱动尺寸，这些尺寸既包括自身的建模尺寸，也包括定位尺寸。定位尺寸始终以基准平面作为参考，如图 4-39 所示。

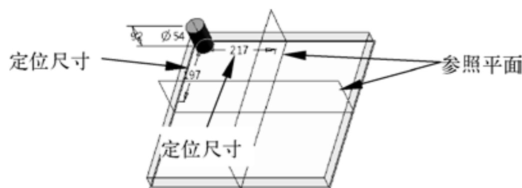


图 4-39　定位尺寸的参考

若只创建一行阵列，仅在操控板的“第一方向的阵列尺寸”收集器中添加一个定位尺寸即可，此时被选中的定位尺寸处于可编辑状态，编辑这个尺寸，阵列成员之间的间距也就确定下来了，如图 4-40 所示。如果要编辑阵列尺寸，可以在“尺寸”选项板中修改“增量”值，如图 4-41 所示。

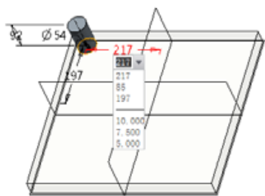


图 4-40　添加第一方向尺寸



图 4-41　编辑尺寸



技巧点拨：

只在定位尺寸中编辑阵列尺寸后，该阵列尺寸只能显示在“尺寸”选项板中。而定位尺寸虽然可以编辑，但最终显示的还是定位尺寸。



上机操作——创建尺寸阵列

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\尺寸阵列.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建尺寸阵列.avi

本例将设计一个螺旋状楼梯，如图 4-42 所示。主要方法是利用阵列工具中的轴阵列方法。然后通过修改径向尺寸和轴尺寸，即可创建螺旋阵列特征。

01 按【Ctrl+N】组合键，打开“新建”对话框。新建一个名为“尺寸阵列”的零件文件，并使用公制模版进入建模环境。

02 首先利用“拉伸”工具，在 TOP 基准平面上绘制拉伸截面，并创建出拉伸深度为

“3000”的楼梯中心立柱，如图 4-43 所示。

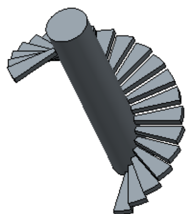


图 4-42　螺旋状楼梯

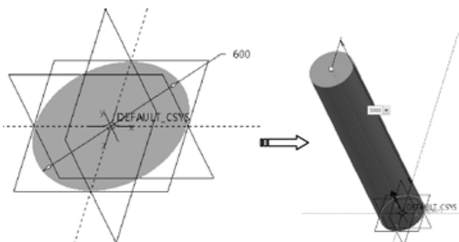


图 4-43　创建立柱拉伸特征

03 再次利用“拉伸”工具，创建如图 4-44 所示的梯步特征。

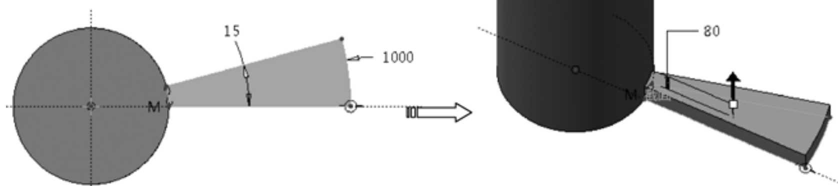


图 4-44　创建梯步特征

04 选中梯步特征，在“操作”组中单击“复制”按钮，再选择“选择性粘贴”命令，弹出“选择性粘贴”对话框。选择“对副本应用移动/旋转变换”复选框，并单击“确定”按钮，如图 4-45 所示。



图 4-45　复制梯步特征

05 随后打开“移动（复制）”操控板。首先利用旋转复制，以轴为参考，设置旋转角度为“15”，如图 4-46 所示。

06 添加新移动，利用“移动”复制，选择参考平面后，输入移动距离为“130”，如图 4-47 所示。

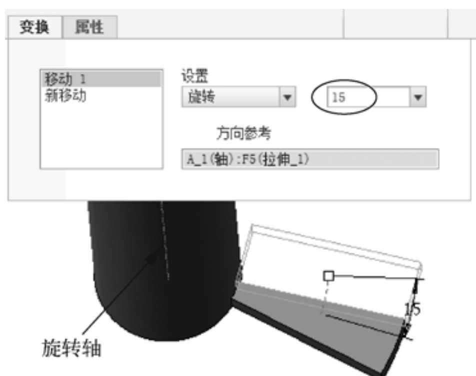


图 4-46　设置旋转

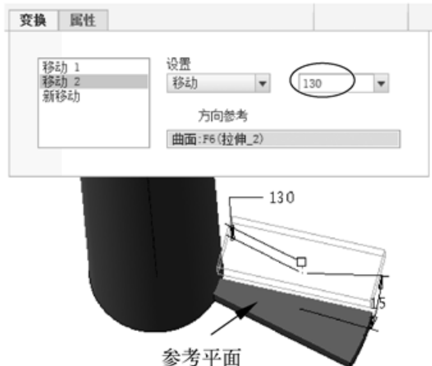


图 4-47　设置移动

07 单击操控板中的“应用”按钮✔，完成梯步的旋转复制，如图 4-48 所示。

08 选中梯步特征，然后单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板。可以看到自动显示的尺寸，如图 4-49 所示。

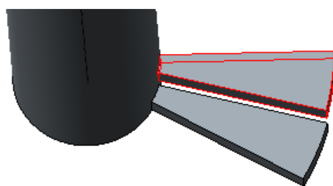


图 4-48　创建的旋转复制特征

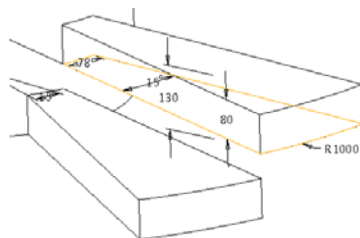


图 4-49　显示尺寸

09 下面要为螺旋阵列选择参考尺寸。参考尺寸不能选择梯步内部的形状尺寸，只能选择第 2 个梯步与第 1 个梯步的定位参考尺寸，即选择性粘贴时的参考尺寸。在“尺寸”选项板中激活“方向 1”中的“选择项”命令，然后按住【Ctrl】键选择如图 4-50 所示的参考尺寸（角度尺寸 15 和高度尺寸 130）。

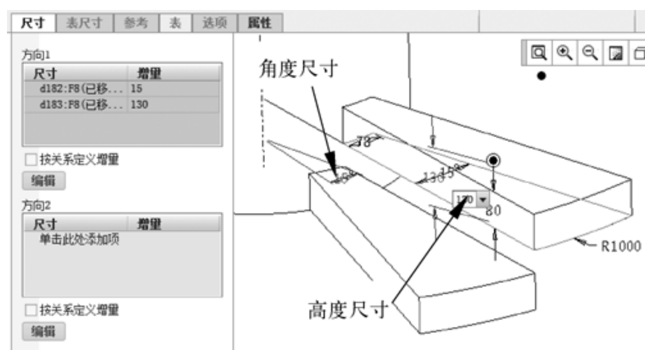


图 4-50　选择 2 个参考尺寸



技巧点拨：

如果选择梯步内部特征尺寸，可能会创建出错误的阵列特征，或者不能创建特征。

10 输入第一方向成员数目为“20”，按【Enter】键可以预览，最后单击“应用”按钮✔，完成整个楼梯梯步的螺旋阵列复制，结果如图 4-51 所示。

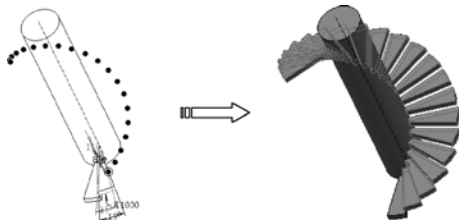


图 4-51　完成螺旋楼梯的阵列

4．方向阵列

方向阵列是通过指定阵列方向的参考来确定阵列的方向与间距。这个方法与尺寸阵列类似，只是阵列方向的参考由自动选择的基准平面变成手动选择的模型边、基准平面、基准曲线及基准轴，如图 4–52 所示。

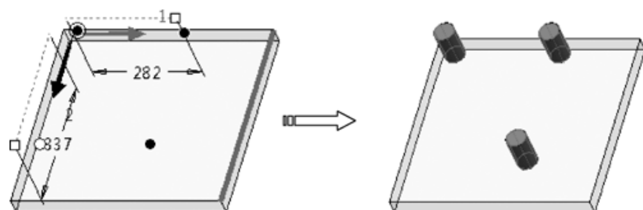


图 4–52　方向阵列



上机操作——创建方向阵列

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\方向阵列.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建方向阵列.avi

01 打开本例源文件“ex4–1.prt”。

02 在“分析”选项卡的“测量”组中单击“测量”按钮，按住【Ctrl】键分别选中 TOP 基准面和孔的象限点，如图 4–53 所示。

03 使用同样的方法，按住【Ctrl】键分别选中 RIGHT 基准面和圆的边界点，如图 4–54 所示。

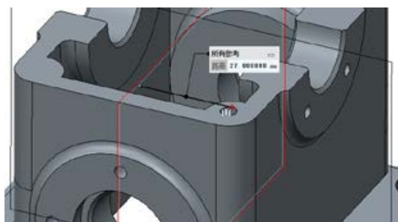


图 4–53　测量定位尺寸 1

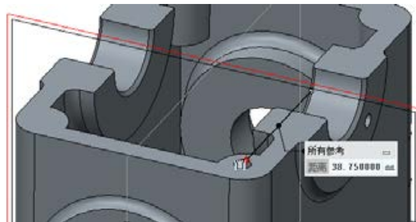


图 4–54　测量定位尺寸 2



技巧点拨：

以上测量尺寸用于阵列偏移量。

04 在模型树中选中“孔 1”，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板，选中相应的参考边并输入偏移量。

05 单击“确定”按钮，完成阵列，效果如图 4–55 所示。

5．轴阵列

轴阵列是通过选择轴来创建旋转特征的阵列方法。此方法允许用户设置角度和径向来创建阵列成员。



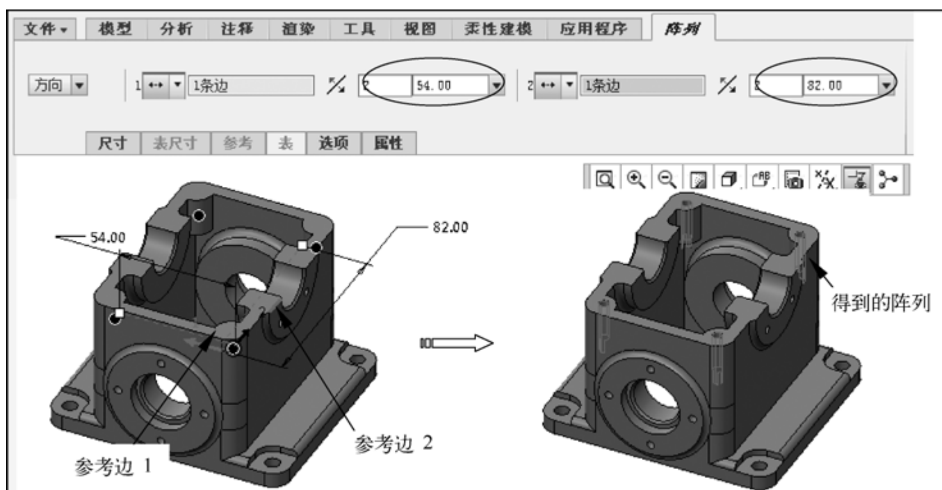


图 4-55　得到的阵列效果图

轴可以是坐标系的轴，也可以是基准轴。有下列两种方法可将阵列成员放置在角度方向。

- 指定成员数（包括第一个成员）及成员之间的距离（增量）。
- 指定角度范围及成员数（包括第一个成员）。角度范围是-360°～360°。阵列成员在指定的角度范围内等间距分布。

如图 4-56 所示，选择轴作为第一方向，输入成员数后将创建旋转特征。

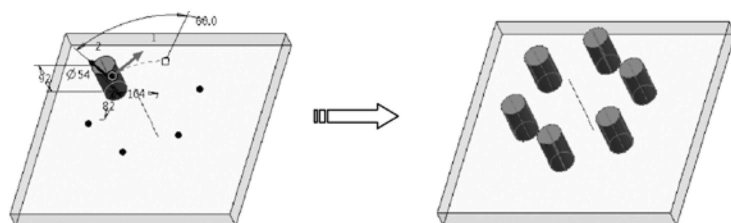


图 4-56　选择旋转轴创建旋转阵列特征

在“输入第 2 方向阵列成员数”文本框中输入数值后，可以创建如图 4-57 所示的径向阵列。

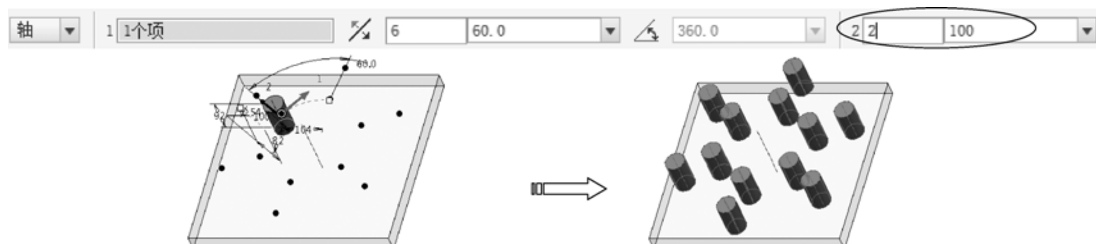


图 4-57　创建径向阵列

如果要创建螺旋阵列，使用轴阵列并更改每个成员的径向放置尺寸（阵列成员和中心轴线之间的距离）即可。如图 4-58 所示，选择尺寸 82，编辑值（输入 20）即可创建螺旋阵列。



图 4-58　创建螺旋阵列

在操控板的“选项”选项板中选择“绕轴旋转”复选框，阵列成员将绕轴旋转，结果如图 4-59 所示。若取消选择该复选框，则沿同一方向阵列，如图 4-60 所示。

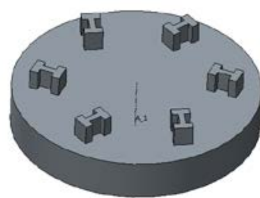


图 4-59　绕轴旋转

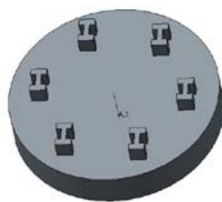


图 4-60　不浇轴旋转



上机操作——创建轴阵列

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\轴阵列.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建轴阵列.avi

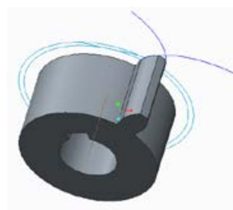


图 4-61　打开源文件

01 打开本例源文件“ex4-2.prt”，如图 4-61 所示。

02 在模型树中选中“拉伸 1”，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板，设置参数，如图 4-62 所示。单击“确定”按钮，完成轴阵列。

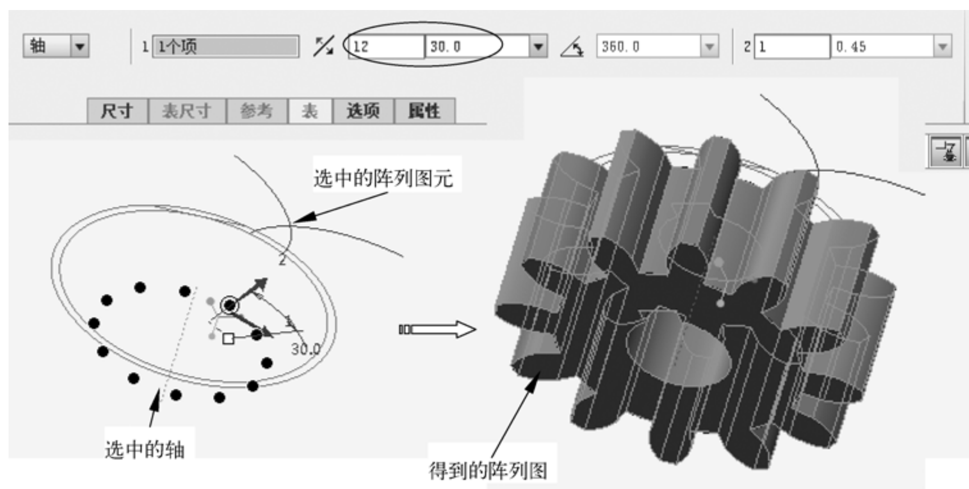


图 4-62　设置阵列参数



6．填充阵列

填充阵列是在草绘的区域内创建阵列特征。区域形状可以是三角形、圆形、矩形或多边形。绘制区域后，会有以下几个阵列方式帮助用户完成填充阵列。

- 方形阵列：阵列成员之间呈方形分布，如图 4-63 所示。
- 菱形阵列：阵列成员之间呈菱形分布，如图 4-64 所示。

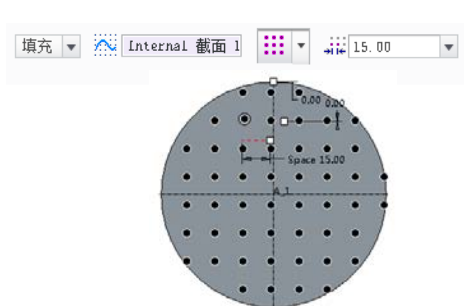


图 4-63　方形阵列

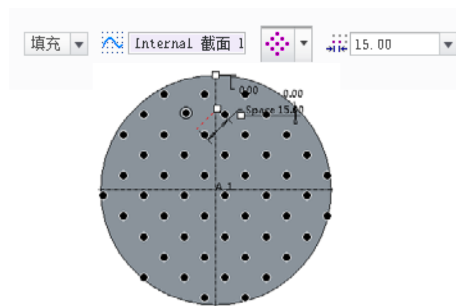


图 4-64　菱形阵列

- 六边形阵列：阵列成员之间呈六边形分布，如图 4-65 所示。
- 螺旋线阵列：以螺旋的形式隔离各成员，如图 4-66 所示。

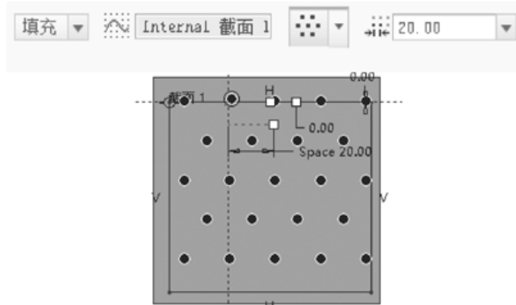


图 4-65　六边形阵列

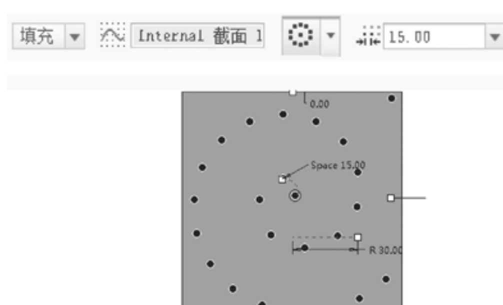


图 4-66　螺旋线阵列

- 沿草绘曲线阵列：沿草绘的区域边进行阵列，如图 4-67 所示。
- 同心圆阵列：阵列成员之间以同心阵列形式分布，如图 4-68 所示。

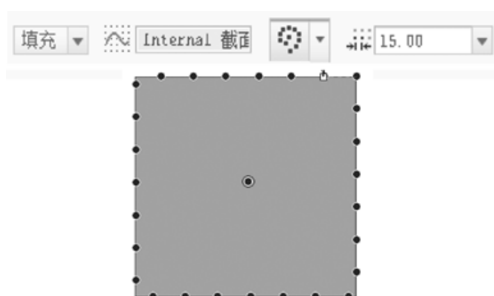


图 4-67　沿草绘曲线阵列

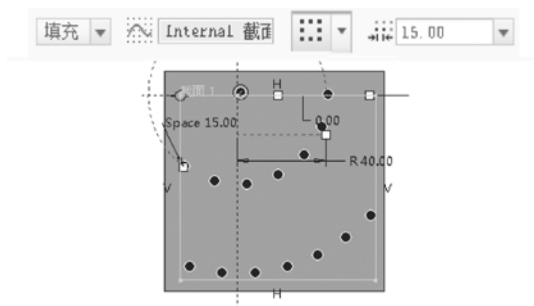


图 4-68　同心圆阵列



上机操作——创建填充阵列

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\填充阵列.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建填充阵列.avi

01 打开本例源文件“ex4–3.prt”，如图 4–69 所示。

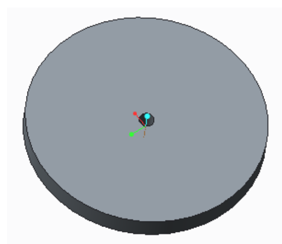


图 4–69　打开源文件

02 在模型树中选中“孔 1”，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“阵列”按钮，在打开的“阵列”操控板中选择“填充”阵列，如图 4–70 所示。



图 4–70　“阵列”操控板

03 在“参考”选项板中单击“定义”按钮 定义... ，绘制填充区域图，如图 4–71 所示。

04 单击“确定”按钮，退出草绘环境。在“阵列”操选板中选择填充图形并输入填充阵列参数，如图 4–72 所示。

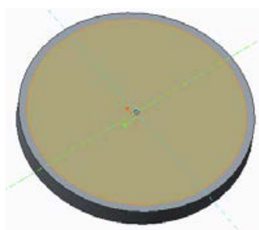


图 4–71　绘制填充区域

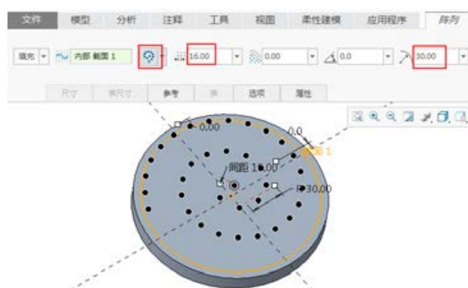


图 4–72　设置阵列参数

05 单击“应用”按钮，得到填充阵列效果，如图 4–73 所示。

7．表阵列

表阵列是通过一个可编辑表，为阵列的每个实例指定唯一的尺寸的方法。在创建阵列后，可随时修改阵列表。

要创建表阵列，就要按住【Ctrl】键选择可用于定位的尺寸，然后将其添加到“表尺寸”



选项板的收集器中，如图 4-74 所示。

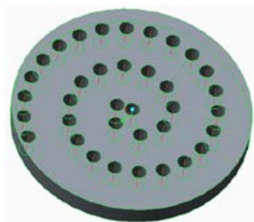


图 4-73　得到的效果图

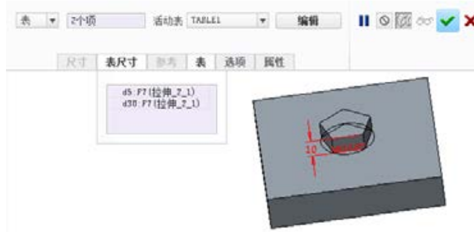


图 4-74　添加定位的表尺寸

在“阵列”操控板中单击“编辑”按钮编辑，可打开如图 4-75 所示的表编辑窗口。

窗口中的 idx（距离）一行即是前面选取的 4 个表尺寸，在对应的表尺寸下面选中单元格并右击，可输入新值，可以创建出如图 4-76 所示的阵列表。

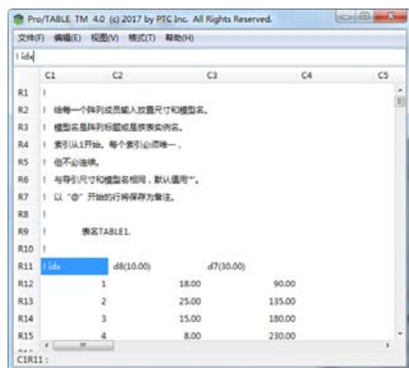


图 4-75　打开的表编辑窗口

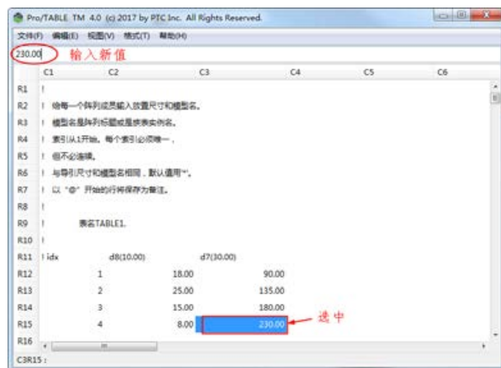


图 4-76　编辑表



技巧点拨：

表中的 12、13、14 表示每个成员的名称，在输入值时，一定要按照事先计算好的数值，否则不能达到阵列要求。相同的值（与所选尺寸）仅输入“*”即可。



上机操作——创建表阵列



练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\表阵列.prt

演示视频路径：\视频\Ch04\创建表阵列.avi

01 打开本例源文件“ex4-4.prt”如图 4-77 所示



图 4-77　打开的源文件

02 在模型树中选中“孔 标识 98”，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“阵列”按钮，在打开的“阵列”操控板中选择“表”阵列，如图 4-78 所示



图 4-78 “阵列”操控板

03 选择“表尺寸”选项板，按住【Ctrl】键，选择定位尺寸，如图 4-79 所示。

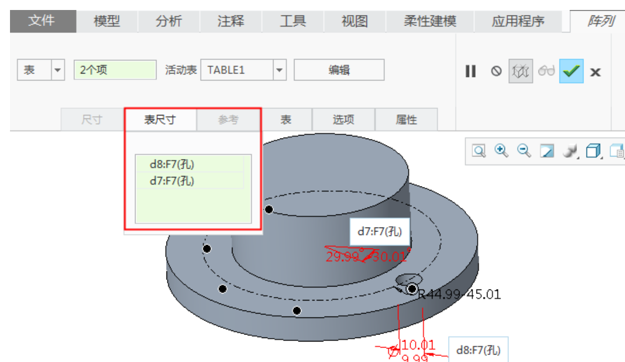


图 4-79 弹出的对话框

04 单击“编辑”按钮 编辑 ，打开编辑窗口，创建如图 4-80 所示的阵列表并关闭窗口。

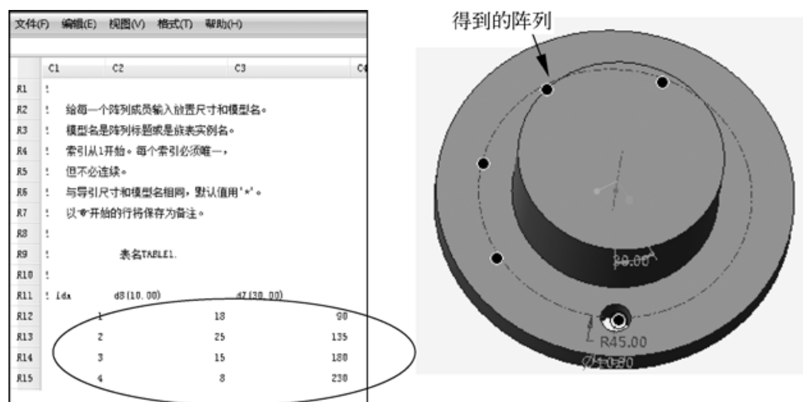


图 4-80 编辑窗口

05 单击“应用” 按钮，得到最后的表阵列效果图，如图 4-81 所示。

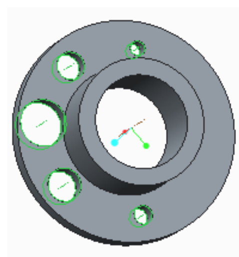


图 4-81 得到的表阵列效果

8．参考阵列

参考阵列是指将特征阵列到其他相同的阵列成员上。图 4-82 所示为创建参考阵列的操作过程。当创建了参考阵列后，所包含的所有阵列特征将不能再创建阵列了，因此，当选择了倒角特征后，打开“阵列”操控板时，Creo 自动选择阵列方法为“参考”。

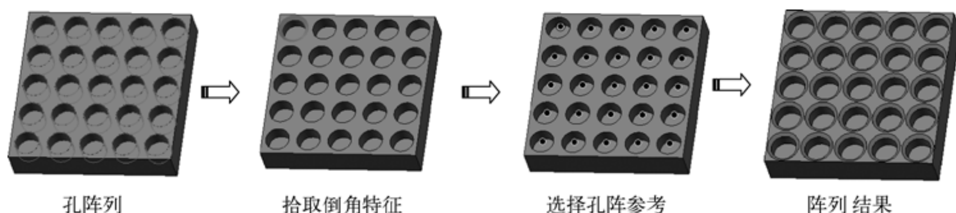


图 4-82　创建参考阵列

9．曲线阵列

曲线阵列是指沿草绘的曲线或基准曲线创建特征实例。如图 4-83 所示，选择阵列方法为“曲线”后，需要为阵列创建参考曲线，当然也可以选择现有的基准曲线或边。

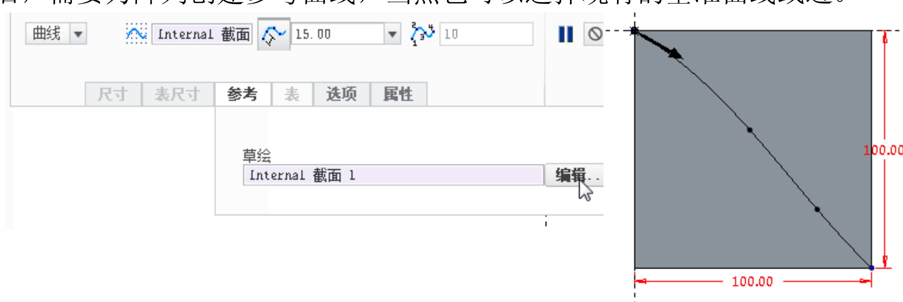


图 4-83　为曲线阵列草绘曲线

草绘曲线后，在操控板中可以为曲线阵列输入成员个数和成员之间的间距。要输入值，必须单击“输入间距”按钮和“输入阵列成员数目”按钮。如图 4-84 所示，输入值后即可创建曲线阵列。

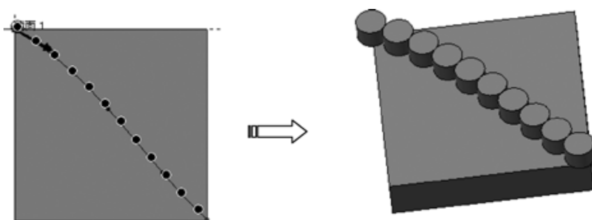


图 4-84　创建曲线阵列

10．点阵列

点阵列是通过草绘基准点或选择现有基准点来创建特征的阵列。如图 4-85 所示，草绘截面中允许创建点和曲线，点用来确定阵列成员的位置，曲线用来控制成员的阵列方向。



图 4-85　草绘点和曲线

图 4-85 所示是在“选项”选项板中选择了“跟随曲线方向”复选框的结果。若取消选择该复选框，则将得到如图 4-86 所示的结果。



图 4-86　不跟随曲线方向阵列

二、镜像特征

利用特征镜像工具，可以产生一个相对于对称平面对称的特征。镜像工具的镜像方法包括特征镜像和几何镜像。

在进行该操作之前，必须先选中所要镜像的特征，然后在“模型”选项卡的“编辑”组单击“镜像”按钮，打开如图 4-87 所示的特征“镜像”操控板。



图 4-87　“镜像”操控板

- “参照”选项板：定义镜像平面。
- “选项”选项板：选择镜像的特征与原特征间的关系，即独立或从属关系。



技巧点拨：

镜像工具不仅可以镜像特征，还可以镜像所有特征阵列、组阵列和阵列化阵列。

特征镜像使完全从属的镜像项仅在用户镜像特征时可用，此方法主要用于实体、曲面及基准特征的镜像。

特征的选择可以是所有包含的特征，也可以是自行选择的单个特征或特征组合。图 4-88 所示为使用“镜像”工具从数量相对较少的几何创建复杂设计的方法。

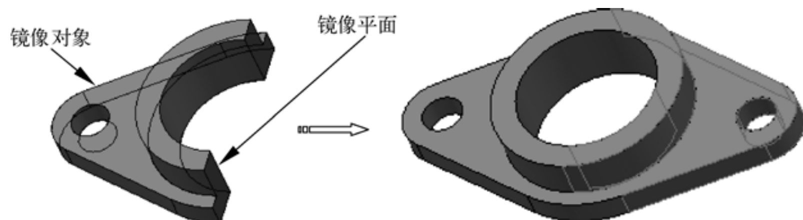


图 4-88　特征镜像





上机操作——创建镜像特征

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\镜像特征.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\创建镜像特征.avi

01 打开本例源文件“ex4–5.prt”，如图 4–89 所示。

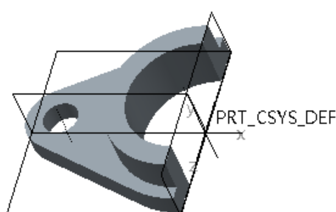


图 4–89　源文件模型

02 在模型树中按住【Ctrl】键全部选中要镜像的特征，然后再在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“镜像”按钮 镜像，打开“镜像”操控板，如图 4–90 所示。

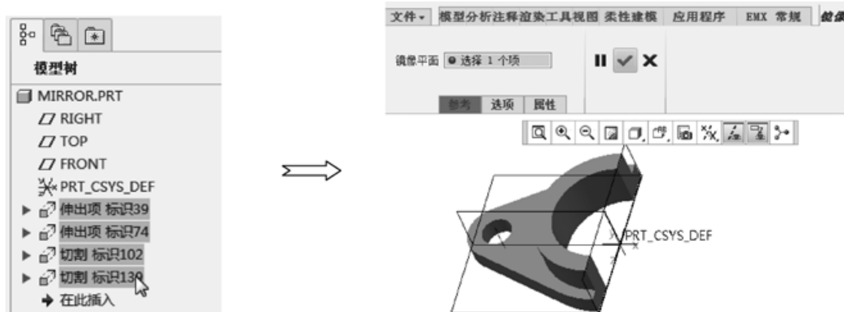


图 4–90　选择要镜像的特征并打开“镜像”操控板

03 然后选择 RIGHT 平面作为参考平面，单击“镜像”操控板中的“应用”按钮，得到如图 4–91 所示的结果。

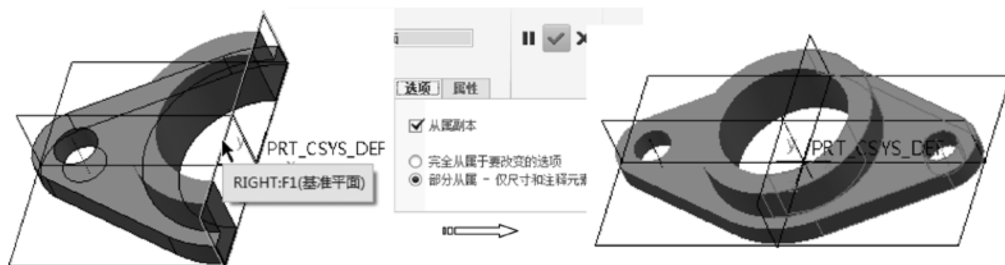


图 4–91　通过镜像得到的特征

三、复制与粘贴特征

复制与粘贴命令在许多应用软件中都存在，相信大家并不陌生。在Creo中，通常使用“

复制 ”（Copy）、“粘贴”（Paste）和“选择性粘贴”（Paste Special）命令在同一模型内或跨模型复制并放置特征或特征集、几何、曲线和边链。

使用“复制”和“粘贴”功能，可以进行以下操作。

- 只要剪贴板上存在复制的特征、特征集或几何，就可以在每次粘贴操作后，在不复制特征或几何的情况下，创建特征、特征集或几何的许多实例。
- 在两个不同的模型之间或同一零件的两个不同版本之间复制并粘贴特征。
- 创建原始特征或特征集的独立的、部分从属的或完全从属的实例。
- 在原始特征副本的一个或所有实例中保留或更改原始特征的参考、设置和尺寸。
- 创建相关副本并改变属性和元素（如尺寸、草绘、注释、参考和参数）相关性。

要使用“复制”功能，需要先选择要复制的特征，然后在“模型”选项卡的“操作”组中依次单击“复制”按钮与“粘贴”按钮，可打开如图 4−92 所示的“曲面：复制”操控板。



图 4−92 “曲面：复制”操控板

在该操控板的“选项”选项板中，有下列 3 个选项。

- 按原样复制所有曲面：选择此单选按钮，将复制用户选择的特征，且复制的特征与原特征相同。
- 排除曲面并填充孔：选择此单选按钮，将所选曲面中的孔自动修补，如图 4−93 所示。

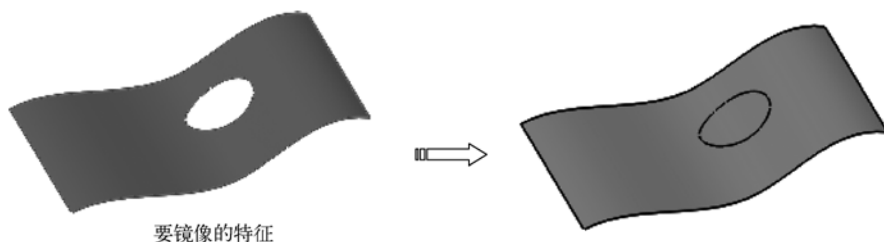


图 4−93 排除曲面并填充孔

- 复制内部边界：选择此单选按钮，将会复制用户自定义边界内部所包含的曲面，如图 4−94 所示。

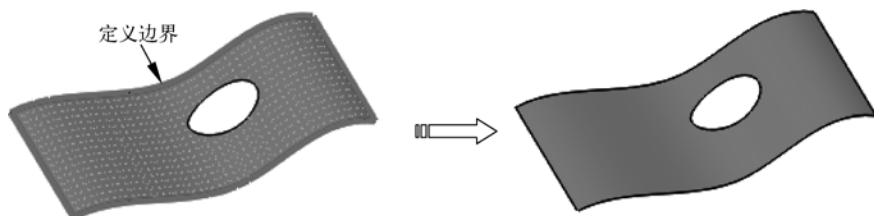


图 4−94 复制内部边界

当复制特征或几何时，默认情况下，会将其复制到剪贴板中，并且可连同其参考、设置和尺寸一起进行粘贴，直到将其他特征复制到剪贴板中为止。当在多个粘贴操作期间（没有特征的间断复制）更改一个实例或所有实例的参考、设置和尺寸时，剪贴板中的特征会保留其原始参考、设置和尺寸。在不同的模型中，粘贴特征也不会影响剪贴板中的复制特征的参考、设置和尺寸。

第 3 节　柔 性 建 模

柔性建模是在 Creo Parametric 的“零件”模式下创建的零件几何的操控。其中提供了有关如何在保留原始零件中创建的阵列和对称的同时，移动和更改几何的信息。

Creo 柔性建模功能在建模环境中与基本建模功能结合使用。“柔性建模”选项卡如图 4-95 所示。



图 4-95　“柔性建模”选项卡

要完全利用 Creo 柔性建模功能，还需要在配置编辑器中设置“柔性建模”配置选项。例如，当设置 propagate_by_default 选项为 yes 时，Creo 可以自动识别模型中的阵列、对称或镜像特征。图 4-96 所示为在“Creo Parametric 选项”对话框中设置柔性建模配置选项。

通过“柔性建模”可在无须提交更改的情况下对设计进行试验。可对选定几何进行显式修改，并忽略预先存在的各个关系。

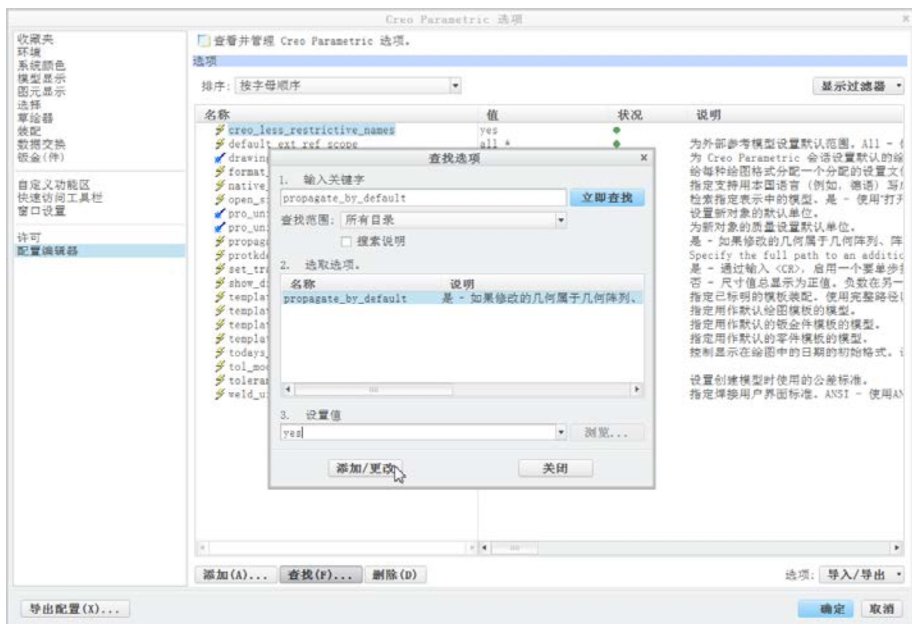


图 4-96　设置柔性建模配置选项

一、变换

利用“柔性建模”选项卡的“变换”组中的命令可以修改模型的几何（包括曲面、曲线和基准），下面进行详细介绍。

1．移动变换

利用“移动变换”可以删除所选取的几何，并将其放置在新位置，还可以创建选定几何的副本并将该副本移动到新位置。移动变换分为使用拖动器移动、按尺寸移动和使用约束移动 3 种。

- 使用拖动器移动：使用拖动器移动是利用拖动器拖动模型表面来改变形状，如图 4−97 所示。

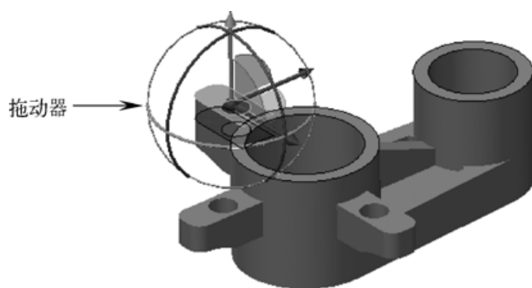


图 4−97　拖动器



技巧点拨：

可以多次移动同一个几何，并在该特征中堆叠多个移动步骤。一次平移和一次旋转移动可包含在一个步骤中，因为它们彼此独立。

- 按尺寸移动：通过可修改的一组尺寸来移动选定几何。单个移动特征中可包含最多 3 个非平行的线性尺寸或 1 个角度（旋转）尺寸。



技巧点拨：

这 3 种移动变换类型的操控板的设置选项板中，“参考”“附件”“选项”和“属性”选项板的选项设置是完全相同的。

- 使用约束移动：可以使用一组完全定义了几何选择的位置和方向的约束来移动选定几何。



上机操作——按尺寸移动

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\按尺寸移动.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\按尺寸移动.avi

01 打开本例素材文件“ex4−7.prt”。

02 首先在图形区选择模型中的一个面，如图 4−98 所示。



03 在“识别和选择”组中单击“带有附属形状的凸台”按钮，以便在模型中确定所选面位置，识别多凸台特征，如图 4-99 所示。

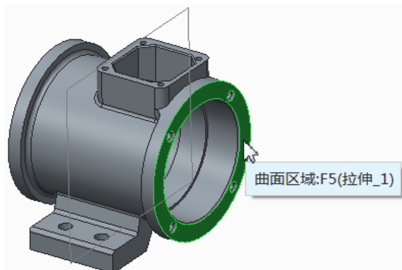


图 4-98　选择要移动的面

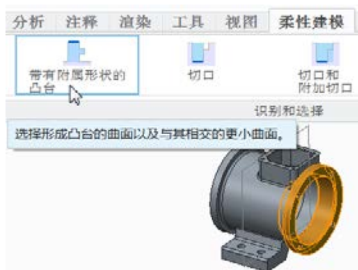


图 4-99　识别特征

04 随后在“变换”组中单击“按尺寸移动”按钮，打开“移动”操控板。

05 在操控板的“尺寸”选项板中，尺寸参考收集器被自动激活。按信息提示按住【Ctrl】键选取如图 4-100 所示的识别特征中的曲面和基准平面 FRONT 作为尺寸参考，并输入偏置值“100”。

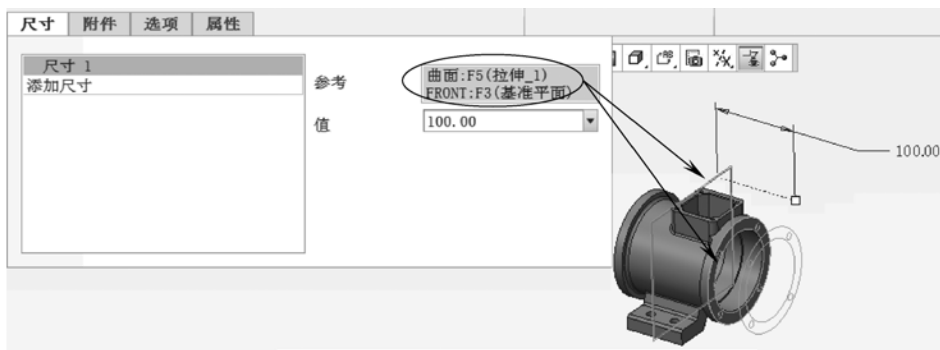


图 4-100　收集尺寸参考并设置值

06 在“附件”选项板中取消选择“连接移动的几何”复选框。再单击操控板中的“应用”按钮，完成对象的移动，如图 4-101 所示。

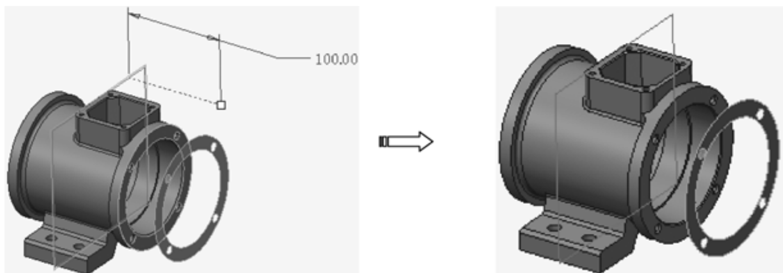


图 4-101　完成移动变换



技巧点拨：

对于识别的特征中，若移动曲面导致部分特征为空，是不能完成新特征的创建的，即可以单独移动所选曲面，但不能移动曲面的连接部分的几何。



上机操作——使用约束移动

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\使用约束移动.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\使用约束移动.avi

01 打开本例素材文件“ex4−7.prt”。

02 在图形区选择模型中要移动的一个面，如图 4−102 所示。

03 然后在“识别和选择”组中单击“带有附属形状的凸台”按钮，以便在模型中确定所选面位置，识别多凸台特征，如图 4−103 所示。

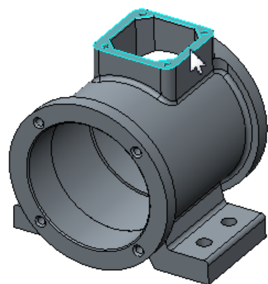


图 4−102　选择要移动的面

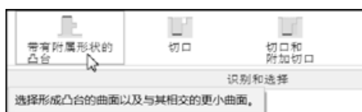


图 4−103　识别特征

04 随后在“变换”组中单击“按约束移动”按钮，打开“移动”操控板。

05 在操控板的“放置”选项板中，约束参考收集器被自动激活。按信息提示选取如图 4−104 所示的识别特征中的曲面作为“移动参考”，然后在“放置”选项板中设置约束类型为“角度偏移”。



图 4−104　选择移动参考

06 在模型中继续选取作为“固定参考”的曲面（竖直的平面或 RIGHT 基准平面），如图 4−105 所示。并在“放置”选项板中输入“偏移”角度为“35”。

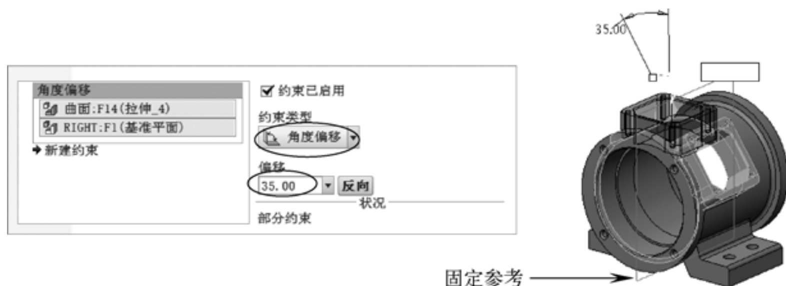


图 4−105　选取固定参考



技巧点拨：

如果是“角度偏移”约束类型，作为固定参考则一定是平面/基准平面或轴/边。不能为圆弧曲面，否则将自动约束为“相切”。

技巧点拨：

作为角度偏移的 2 个参考被选取后，若操控板中的状态仍然显示为“部分约束”，即当前的移动对象并没有完全约束，是不能完成移动变换的。

07 在“放置”选项板的参考收集器区域单击➜新建约束按钮，并设置约束类型为“固定”，如图 4-106 所示。

08 最后单击操控板中的“应用”按钮✓，完成对象的移动，如图 4-107 所示。

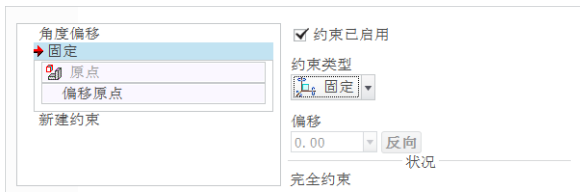


图 4-106　添加新的约束

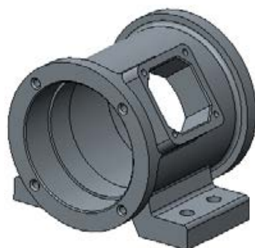


图 4-107　完成约束移动

2．偏移变换

“偏移”命令相对于选定面组以指定方向进行延伸，并将其连接到该实体或面组中。

技巧点拨：

如果是向某单个方向偏移，“偏移”命令与“移动”命令的操作结果是相同的。如果是向多个方向偏移，“偏移”命令将创建同时缩放的新几何。

偏移变换仅仅针对单个几何，要偏移另一个几何选择，必须创建新的偏移几何特征。

在“变换”组中单击“偏移”按钮，打开“偏移几何”操控板，如图 4-108 所示。



图 4-108　“偏移几何”操控板

“偏移几何”操控板的各选项板中的选项设置与“移动”操控板中的选项设置相同，这里不再赘述。下面通过一个偏移几何的案例来说明“偏移”功能的应用及技巧。



上机操作——偏移变换

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\偏移变换.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\偏移变换.avi

01 打开本例素材文件“ex4-8.prt”。

02 在“变换”组中单击“偏移”按钮，打开“偏移几何”操控板。

03 在操控板的“参考”选项板的“偏移参考集”收集器自动激活的状态下，选取模型中要偏移的曲面，如图 4-109 所示。

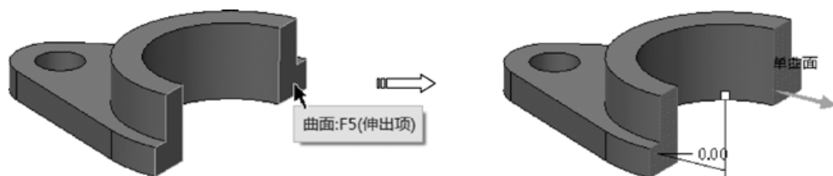


图 4-109　选取要偏移的曲面

04 在操控板的偏移值文本框内输入“-10”，并按【Enter】键查看结果，如图 4-110 所示。

05 最后单击“应用”按钮，完成偏移操作，结果如图 4-111 所示。

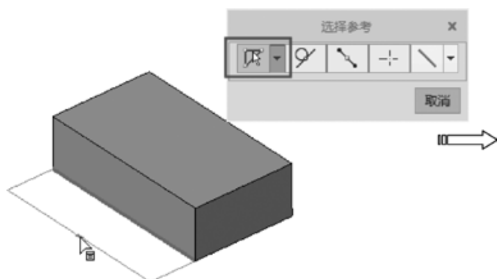


图 4-110　输入偏移距离

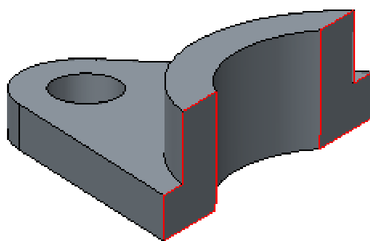


图 4-111　偏移结果



技巧点拨：

像这样呈对称的零件，如果是向相反方向偏移，偏移距离值为半径值时，将会创建出圆形特征的另一半，如图 4-112 所示。

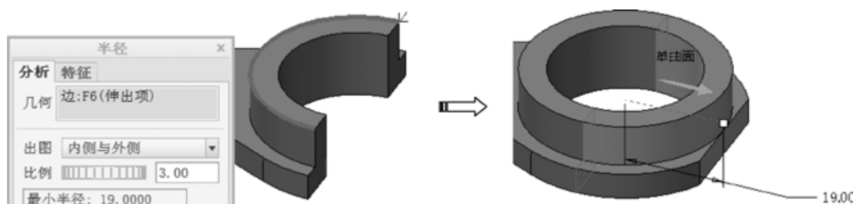


图 4-112　创建完整圆形

3．修改解析曲面

“修改解析曲面”特征允许编辑驱动解析曲面的基本尺寸。主要修改圆柱、圆环或圆锥



的某些尺寸。

- 圆柱：半径，轴仍然固定。
- 圆环：圆的半径及圆的中心到旋转轴的半径，旋转轴仍然固定。
- 圆锥：角度，圆锥的轴和顶点仍然固定。

在“变换”组中单击“修改解析”按钮，打开“修改解析曲面”操控板，如图 4-113 所示。



图 4-113 “修改解析曲面”操控板

该操控板中的“附件”“选项”和“属性”选项板与前面所介绍的“移动”操控板中的内容是相同的。“参考”选项板主要用来收集要修改的曲面集合。



技巧点拨：

对于单个的圆柱、圆环或圆锥几何，修改值的最大为“无限大”，最小值为 0。但对于模型中的圆弧曲面来说，其最大值与最小值取决于圆弧曲面所在的模型的最大尺寸或最小尺寸。如图 4-114 所示，待修改的圆弧曲面高亮显示，其修改的最大值与最小值都是受限制的。

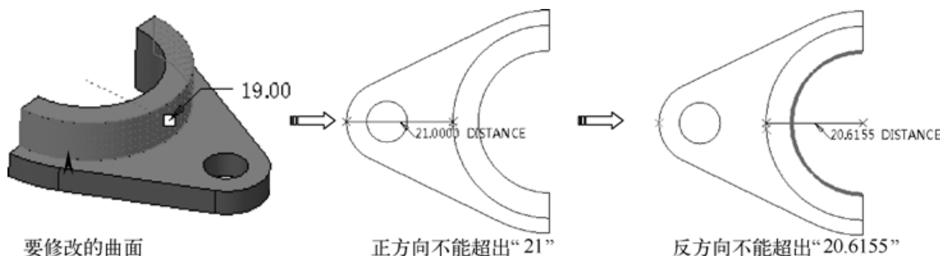


图 4-114 圆弧曲面的修改限制

4．镜像变换

镜像变换相对于一个平面镜像选定几何。原始几何的副本被镜像到新的位置，并与同一几何或面组连接。

镜像变换既可以镜像单个几何，也可以镜像一个完整特征的几何。

在“变换”组中单击“镜像”按钮镜像，打开“镜像几何”操控板，如图 4-115 所示。



图 4-115 “镜像几何”操控板



技巧点拨：

如果是镜像单个几何，为了防止“镜像几何”特征失败，可取消选择“连接”组中的“连接镜像几何”和/或“创建倒圆角几何”复选框。

下面通过一个实例来说明“镜像几何”变换工具的应用。



上机操作——镜像几何变换

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\镜像几何变换.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\镜像几何变换.avi

01 打开本例素材文件“ex4-9.prt”。

02 在“变换”组中单击“镜像”按钮，打开“镜像几何”操控板。

03 在操控板中激活“镜像平面”收集器，然后选择一个镜像平面（基准平面），如图 4-116 所示。

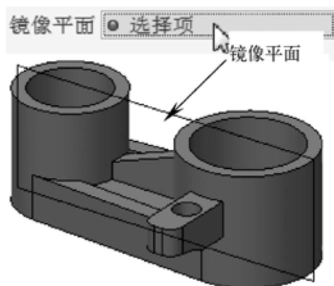


图 4-116　选取镜像平面

04 选择镜像平面后，在“参考”选项板中激活“曲面”收集器，按住【Ctrl】键再选取如图 4-117 所示的多个曲面作为要镜像的几何。

05 保留其余选项的默认设置，最后单击操控板中的“应用”按钮，完成选定几何的镜像。镜像后的几何为实体，如图 4-118 所示。

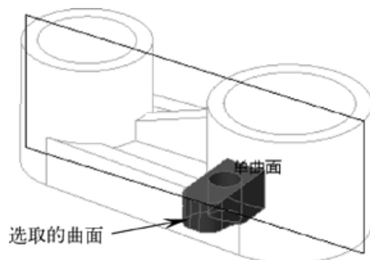


图 4-117　选取要镜像的曲面

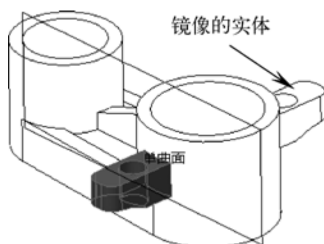


图 4-118　镜像几何



技巧点拨：

如果是选取一个特征的所有几何，则在“连接”选项板中取消选择“连接镜像几何”复选框后，将创建为曲面，如图 4-119 所示。若不取消选择该复选框则创建为实体。

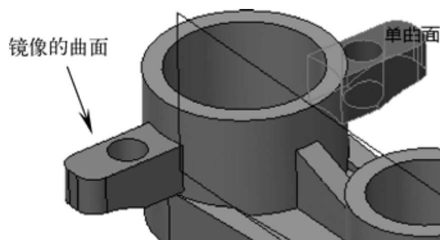


图 4-119　不连接几何则生成曲面



5．替代变换

“替代”是将对象几何替换成选定的曲面形状，替换曲面和模型之间的倒圆角几何将在连接替换几何后重新创建。

在使用替代变换时，需要注意以下几点。

- 几何选择中的所有替代曲面必须属于特定的实体几何或属于同一面组。
- 几何选择不可与相邻几何相切或与倒圆角几何相连。
- 替换曲面必须足够大，才能无须延伸替换曲面便可连接相邻几何。

在“变换”组中单击“替代”按钮替代，打开“替代”操控板，如图 4-120 所示。



图 4-120 “替代”操控板

下面通过一个实例来说明“替代”变换命令的应用。



上机操作——替代变换

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\替代变换.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\替代变换.avi

01 打开本例素材文件“ex4-10.prt”。

02 在“变换”组中单击“替代”按钮，打开“替代”操控板。

03 在“参考”选项板中激活“替代的曲面”收集器，然后选择如图 4-121 所示的面。

04 再激活“替代曲面”收集器，并选择如图 4-122 所示的曲面作为替代曲面。

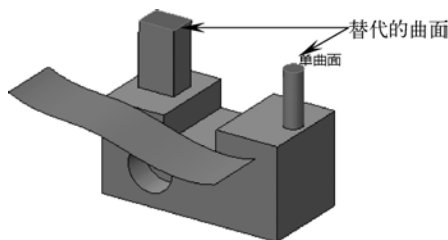


图 4-121 选择要替代的曲面

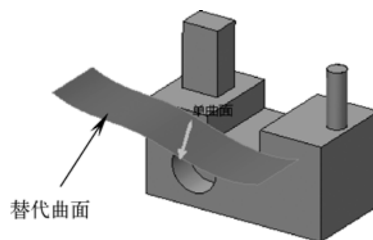


图 4-122 选择替代曲面

05 单击“更改”按钮，查看替代预览，确认无误后单击“应用”按钮，完成曲面的替代，结果如图 4-123 所示。

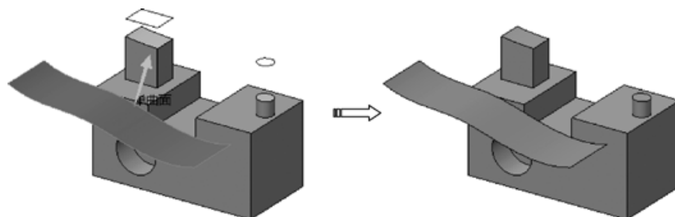


图 4-123 完成替代操作

6．编辑倒圆角

利用“编辑倒圆角”命令，可以编辑已识别的恒定和可变半径倒圆角几何的半径，或移除倒圆角几何。在“变换”组中单击“编辑倒圆角”按钮 编辑倒圆角，打开“编辑倒圆角”操控板，如图 4-124 所示。



图 4-124　“编辑倒圆角”操控板

图 4-125 所示为编辑倒圆角的操作过程。



图 4-125　编辑倒圆角操作过程

二、识别阵列和对称

Creo 提供了帮助用户识别阵列中的相同几何的功能和识别具有对称的相似或相同几何。下面进行详细介绍。

1．识别阵列

可选择几何并使用“阵列识别”工具识别与所选几何相同或相似的几何。保存已识别几何时，将创建“阵列识别”特征。

首先在模型的阵列特征上选择一个面，然后在“识别”组中单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板，如图 4-126 所示。



图 4-126　“阵列”操控板

此时，Creo 将识别出该模型中其余阵列的特征，并以黑色亮点来表示，如图 4-127 所示。

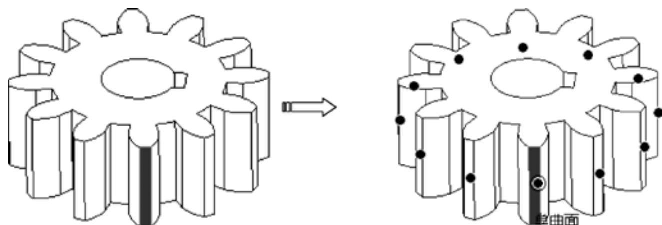


图 4-127　识别其余阵列特征

2．对称识别

使用“对称识别”功能可选择几何或基准平面并识别与所选几何对称相同或相似的几何。在“识别”组中单击“对称”按钮，打开“对称识别”操控板，如图 4−128 所示。



图 4−128 “对称识别”操控板

图 4−129 所示为“对称识别中的相同几何和相似几何”的 3 种情况。

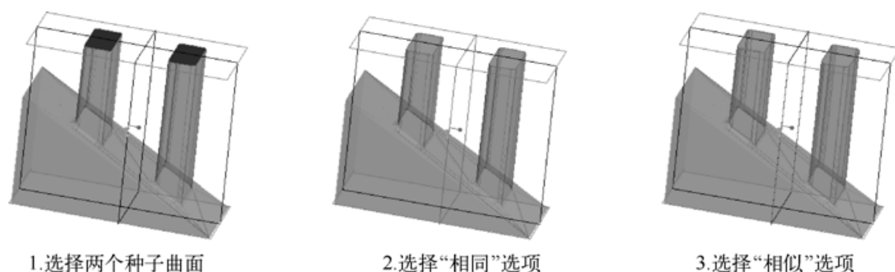


图 4−129 对称识别

第 4 节 其他特征编辑工具

1．偏移

使用偏移工具，可以通过将实体上的曲面或曲线偏移恒定的距离或可变的距离来创建一个新特征。可以使用偏移后的曲面构建几何或创建阵列几何，也可使用偏移曲线构建一组可在以后用来构建曲面的曲线。

在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“偏移”按钮 偏移，系统将打开“偏移”操控板，如图 4−130 所示。



图 4−130 “偏移”操控板

偏移工具中提供了各种选项，使操作者可以创建多种偏移类型。

- 标准偏移：偏移一个面组、曲面或实体面。此为默认偏移类型，所选曲面以平行于参照曲面的方式进行偏移，如图 4−131 所示。

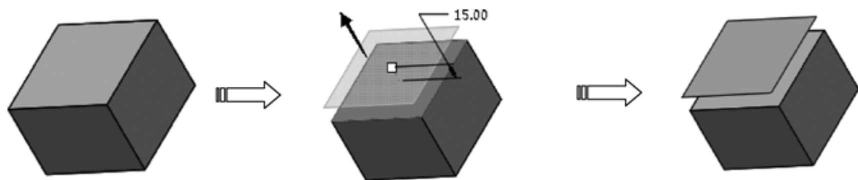


图 4-131　标准偏移

- 拔模偏移：偏移包括在草绘内部的面组或曲面区域，并拔模侧曲面，拔模角度范围为 0°～60°，还可使用此选项来创建直的或相切侧曲面轮廓。拔模偏移效果如图 4-132 所示。

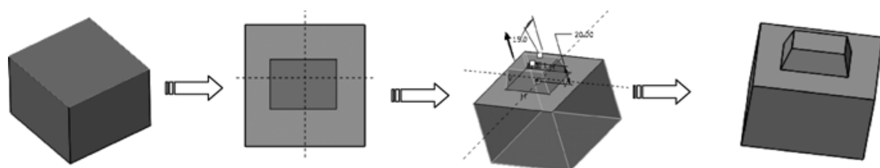


图 4-132　拔模偏移

- 展开：在封闭面组或实体草绘的选定面之间创建一个连续体积块，当使用“草绘区域”选项时，将在开放面组或实体曲面的选定面之间创建连续的体积块。偏移后的曲面与周边的曲面相连，偏移效果如图 4-133 所示。

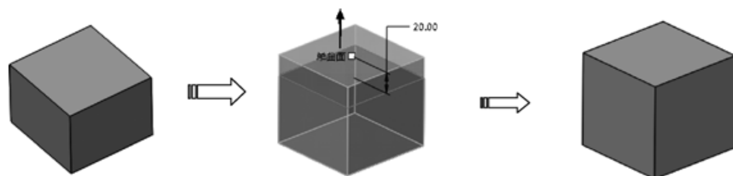


图 4-133　偏移展开

- 替换曲面：用面组或基准平面替换实体面，常用于切除超过边界的多余特征，偏移效果如图 4-134 所示。

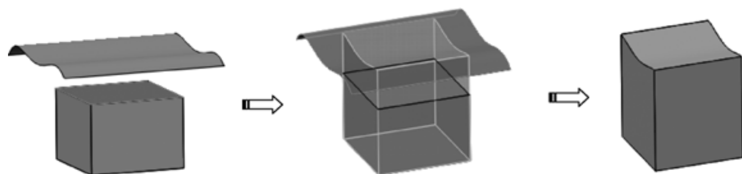


图 4-134　偏移替换

2．加厚

曲面在理论上是没有厚度的，曲面加厚就是以曲面作为参照，生成薄壁实体的过程。在 Creo 中，不仅可以利用曲面加厚生成薄壁实体，还可以通过该命令切除实体。

加厚特征使用预定的曲面特征或面组几何将薄材料部分添加到设计中，或从其中移除薄材料部分。在设计时，曲面特征或面组几何可提供非常大的灵活性，并允许对该几何进行变换，以便更好地满足设计需求。通常，加厚特征被用来创建复杂的薄几何，如果可能，使用常规的实体特征创建这些几何会更加困难。

进入该工具时，系统会检查曲面特征选取。设计加厚特征要求执行以下操作。



- 选取一个开放的或闭合的面组作为参照。
- 确定使用参照几何的方法：添加或移除薄材料部分。
- 定义加厚特征几何的厚度方向。

选中需要加厚的曲面，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“加厚”按钮 加厚，打开“加厚”操控板，如图 4-135 所示。在该操控板中可以选择加厚方式，调节加厚生成实体的方向，设定加厚厚度。



图 4-135 “加厚”操控板

图 4-136 所示为加厚曲面特征的范例。

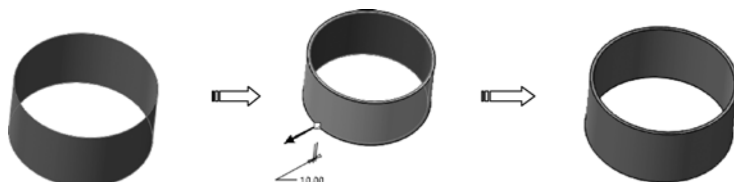


图 4-136 加厚曲面特征

3. 实体化

实体化特征使用预定的曲面特征或面组几何并将其转换为实体几何。在设计中，可使用实体化特征添加、移除或替换实体材料。设计时，面组几何可提供更大的灵活性，而实体化特征允许对几何进行转换，以满足设计需求。

通常，实体化特征被用来创建复杂的几何，如果可能，使用常规的实体特征创建这些几何会比较困难。曲面实体化包括封闭曲面模型转化成实体和用曲面裁剪切割实体两种功能。转化成实体的曲面必须封闭，用来修剪实体的曲面必须相交。

可使用的实体化特征类型主要包括表 4-2 中的几种。

表 4-2 几种实体化特征类型

实体化类型	图 解
伸出项 使用曲面特征或面组几何作为边界来添加实体材料	
切口 使用曲面特征或面组几何作为边界来移除实体材料	
曲面片 使用曲面特征或面组几何替换指定的曲面部分	

选择一个曲面，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“实体化”按钮 实体化，打开“实体化”操控板，如图 4-137 所示。在该操控板中，可以选取实体化曲面、实体化方式等。



图 4-137　“实体化”操控板



技巧点拨：

曲面转化成实体化要求其必须为封闭曲面，该曲面不能有任何缺口，否则不能通过该命令来生成实体，如图 4-138 所示。

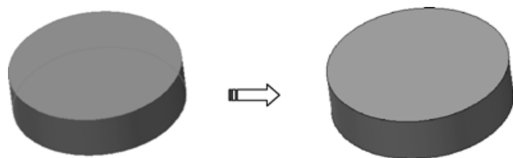


图 4-138　实体化

4．合并

使用“合并”工具 合并可通过让两个面组相交或连接来合并两个面组，或是通过连接两个以上面组来合并两个以上面组。如果删除合并的特征，原始面组仍保留。

合并后的面组是一个单独的特征，“主面组”变成“合并”特征的父项，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“合并”按钮 合并，打开如图 4-139 所示的“合并”操控板。



图 4-139　“合并”操控板

图 4-140 所示为合并曲面的范例。

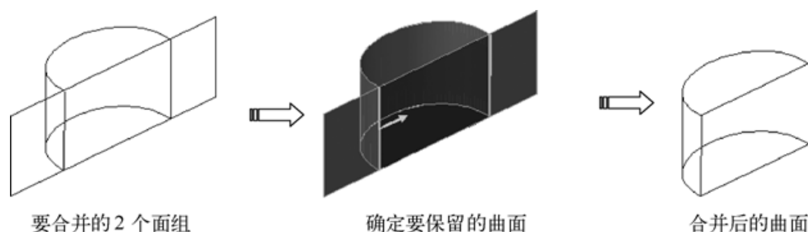


图 4-140　合并曲面

5．修剪

使用修剪工具可以完成对曲面的剪切或分割，可通过在曲线与曲面、其他曲线或基准平



面相交处修剪或分割曲线来修剪该曲线。可通过以下方式修剪面组。

- 在与其他面组或基准平面相交处进行修剪。
- 使用面组上的基准曲线修剪。

要修剪面组或曲线，可选取要修剪的面组或曲线，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“修剪”按钮 修剪，打开“修剪”操控板，激活“曲面修剪”工具，如图 4-141 所示。然后指定修剪对象，并可在创建或重定义期间指定和更改修剪对象。



图 4-141 “修剪”特征操控板



技巧点拨：

在修剪过程中，可指定被修剪曲面或曲线中要保留的部分。另外，在使用其他面组修剪面组时，可使用“薄修剪”，允许指定修剪厚度尺寸及控制曲面拟合要求。

图 4-142 所示为曲面修剪的操作过程。

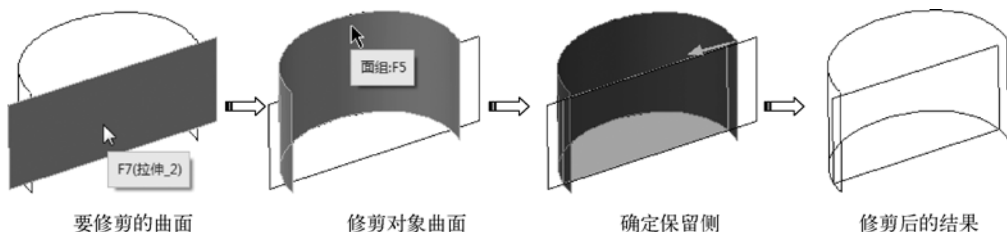


图 4-142 修剪曲面操作过程

6．投影

使用投影工具可在实体上和非实体曲面、面组或基准平面上创建投影基准曲线，所创建的投影基准曲线可用于修剪曲面、作为扫描轨迹等。

投影曲线的方法有以下两种。

- 投影草绘：创建草绘或将现有草绘复制到模型中以进行投影。
- 投影链：选取要投影的曲线或链。

要投影面组或曲线，可选取要投影的面组或曲线，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“投影”按钮 投影，打开“投影”操控板，如图 4-143 所示。在该操控板中，主要可以选取投影曲面、指定或绘制投影曲线并指定投影方向，即可完成曲线在曲面上的投影。



图 4-143 “投影”特征操控板

图 4-144 所示为投影曲线特征到曲面上的操作过程。

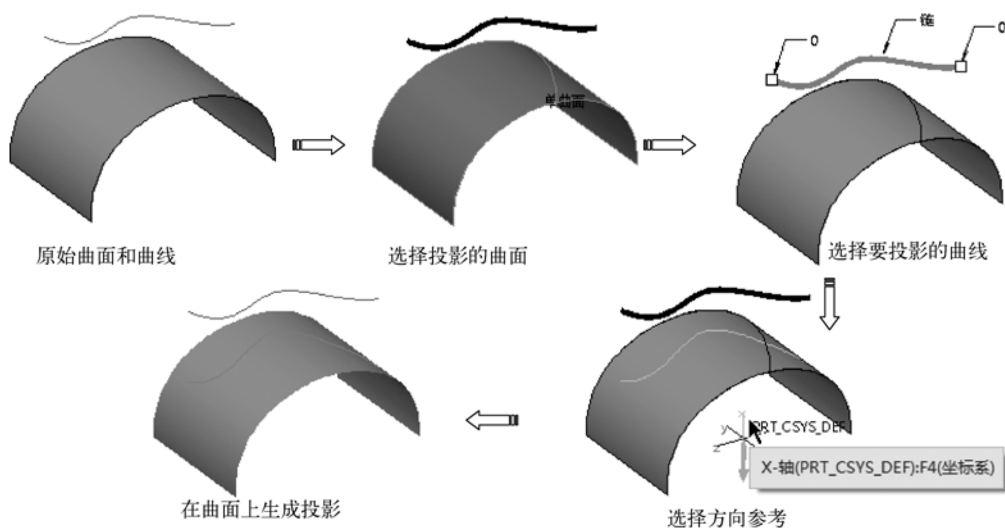


图 4-144　投影曲线

7．包络

使用包络工具可在目标上创建成形的基准曲线（将曲线缠绕在目标实体）。然后，可使用这些成形的基准曲线模拟一些项目，如标签或螺纹。

要访问包络特征工具，在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“包络”按钮 包络，进入草绘环境绘制要包络的曲线后，退出草绘环境，即可打开“包络”操控板，如图 4-145 所示。



图 4-145　“包络”操控板

创建包络曲线的范例如图 4-146 所示。

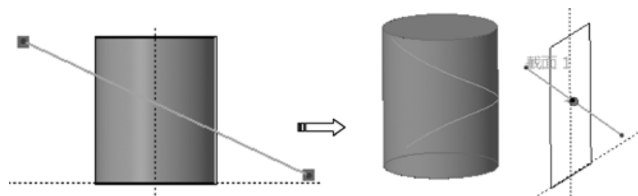


图 4-146　创建包络曲线

8．延伸

延伸操作同样主要用于曲面的延伸，延伸曲面可以将曲面所有或特定的边延伸指定的距离，或者延伸到所选参照。当所创建的曲面的边界不够长时，通过延伸曲面的边界，让曲面的边界更长。如果在两个需要合并的曲面中，两个边界都没有超出对方边界时，需要将边界

延长。

要延伸曲面，必须先选取要延伸的边界边，然后在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“延伸”按钮延伸，打开“延伸”操控板，如图 4-147 所示。



图 4-147 “延伸”特征操控板

Creo 提供了以下两种延伸曲面的方法。

- 沿曲面：沿原始曲面延伸曲面边界边链，如图 4-148 所示。
- 到平面：在与指定平面垂直的方向延伸边界边链至指定平面，如图 4-149 所示。

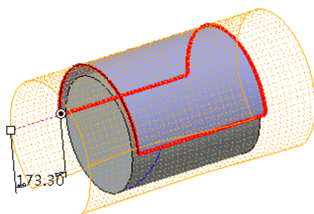


图 4-148 沿曲面延伸

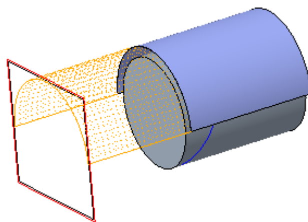


图 4-149 延伸到平面

使用“沿曲面”创建延伸特征时，可以选取的延伸选项有以下 3 种。

- 相同：（默认）创建相同类型的延伸作为原始曲面（如平面、圆柱、圆锥或样条曲面）。通过其选定边界边链延伸原始曲面。
- 相切：创建延伸作为与原始曲面相切的直纹曲面。
- 逼近：创建延伸作为原始曲面的边界边与延伸的边之间的边界混合。当将曲面延伸至不在一条直边上的顶点时，此方法很有用。

第 5 节　建模技法详解与训练

案例 1　香水瓶瓶身建模

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch04\香水瓶.prt

 演示视频路径：\视频\Ch04\香水瓶设计.avi

建模方法解析

在上一章学习了一般特征命令的建模方法及过程，本节将通过一个造型比较独特的香水瓶瓶身的案例进行详解。与上一章所不同的是，本节将更多地使用变形特征工具、特征编辑工具及其他辅助工具来完成。并且采用参照图片进行建模的方式。香水瓶造型如图 4-150 所示。



图 4-150　香水瓶造型

命令关键词：“拉伸”、圆心和点、3点/相切端、“尺寸”、线链、删除段

绘图分析：

1）香水瓶建模的难点主要表现在菱形的阵列和不规则的菱形造型。

2）将利用环形折弯、骨架折弯、扭曲和阵列等高级工具来完成最复杂的造型部分。

3）鉴于表面的复杂性，建议从曲面建模开始，最后实体化为实体模型，同时也为后续的曲面设计的学习打下基础。

4）建模流程的图解如图 4-151 所示。

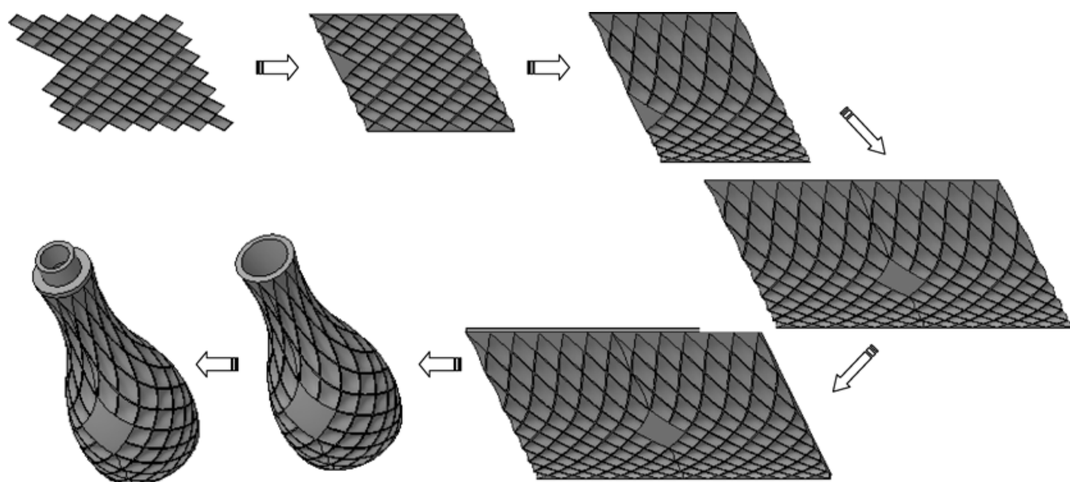


图 4-151　建模流程图解

设计步骤：

01 新建一个名为“香水瓶”的零件文件。

02 首先导入香水瓶的图片文件。

- 在“视图”选项卡的“模型显示”组中单击“图像”按钮 图像，打开“图像”选项卡。
- 在“图像”选项卡的“图像”组中单击“导入”按钮，然后在图形区选择 RIGHT 平面作为图像的放置平面，如图 4-152 所示。

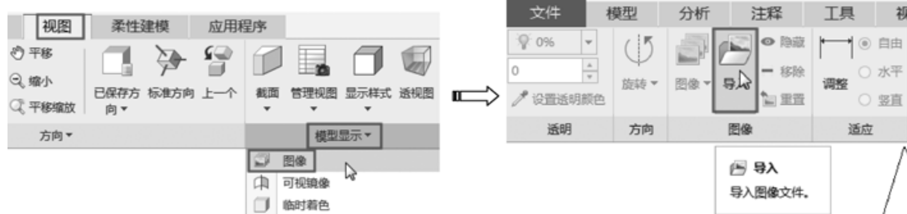


图 4-152　执行导入图像的命令

- 随后通过“打开”对话框从本例源文件夹中打开“香水瓶.gif”文件。该图像将显示在图形区中，如图 4-153 所示。
- 拖动图像到合适位置，“图像”选项卡中其余选项保持默认设置，单击“确定”按钮✔，关闭该选项卡，完成图片导入操作，如图 4-154 所示。

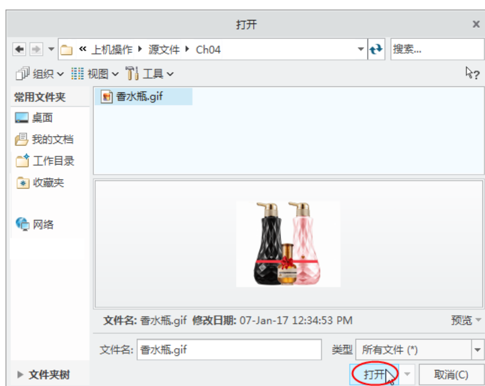


图 4-153　打开图像文件

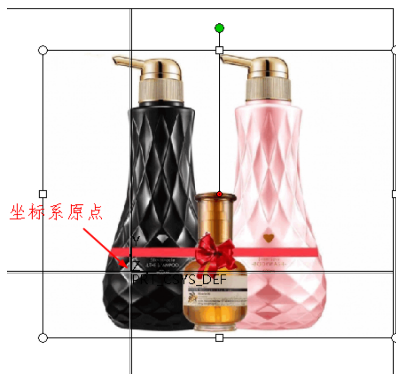


图 4-154　调整图像位置



技巧点拨：

要确定具体位置也比较方便，只要找到图片中瓶子上的没有变形（或者说变形最小）的某个菱形，从这个菱形开始建模即可。

03 绘制菱形。



技巧点拨：

由于后面将要使用扭曲中的“雕刻”工具来变形（不影响边框的变形，只能在水平、竖直方向），因此不要直接绘制成菱形，要先绘制成矩形，待变形后再旋转一定角度变成菱形即可。

- 单击“曲面”组中的“填充”按钮 填充，选择 FRONT 平面为草图平面，绘制矩形，如图 4-155 所示。
- 退出草绘环境后，在“填充”操控板中单击“应用”按钮✔，完成填充曲面的创建，如图 4-156 所示。



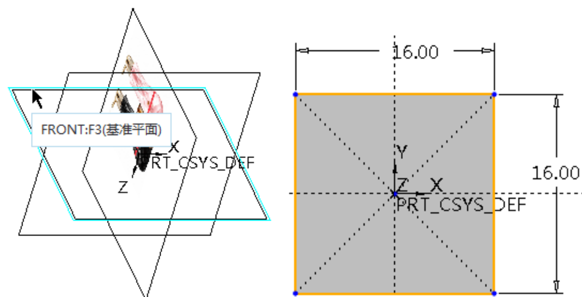


图 4-155　选择平面绘制草图

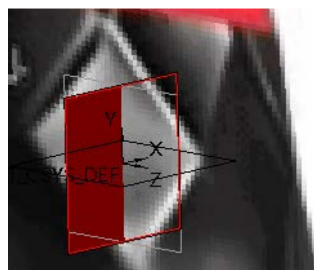


图 4-156　创建的填充曲面

04 对填充曲面进行雕刻变形。

- 单击“编辑”组（展开“编辑”组）中的“扭曲”按钮 扭曲，打开“扭曲”操控板。
- 选择填充曲面作为要变形的参考曲面。激活“参考”选项板中的“方向”收集器，拾取坐标系为方向参考，如图 4-157 所示。
- 单击操控板上的“雕刻”按钮，再单击弹出的“应用到选定项的一侧”按钮，此时填充曲面上将显示变形框架，如图 4-158 所示。

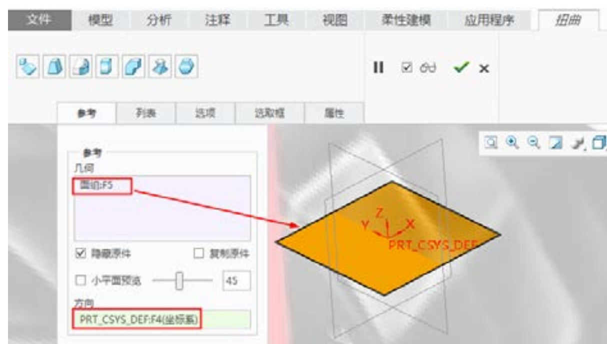


图 4-157　选择变形参考

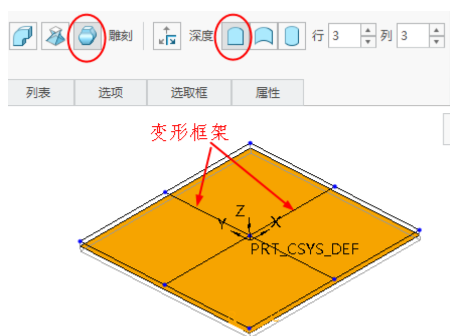


图 4-158　选择变形类型

- 拖动变形框架的中心控制点，往 Z 轴负方向拖动，以此形成一个凹面变形，如图 4-159 所示。
- 最后单击操控板中的“应用”按钮，完成变形。

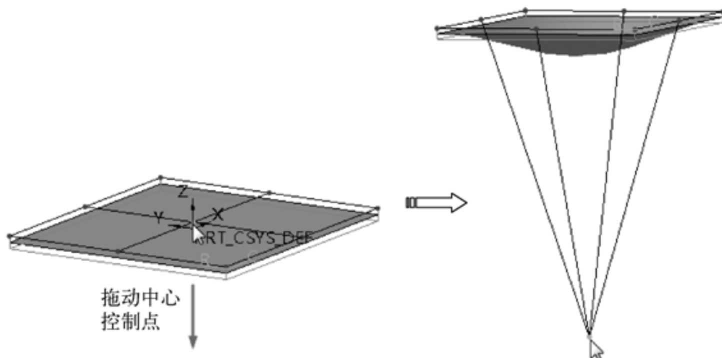
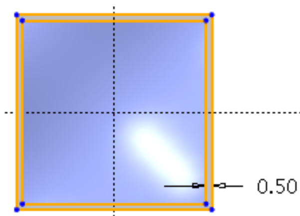


图 4-159　拖动中心控制点变形填充曲面

05 再利用“填充”工具 填充，在 FRONT 平面上绘制草图并创建新的填充曲面，如图 4-160 所示。

06 按住【Ctrl】键选中两个曲面，单击“编辑”组中的“合并”按钮 合并，将两个曲面合并，如图 4-161 所示。



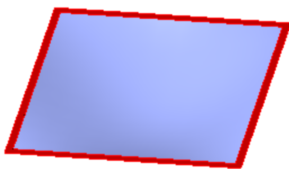


图 4-160　创建填充曲面

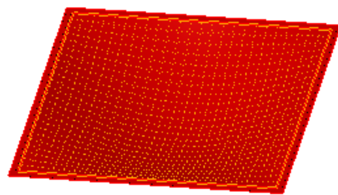


图 4-161　合并曲面

07 将填充曲面旋转。

- 在图形区选中合并的曲面组（注意不要在模型树中选择“合并 1”特征 合并 1），再在“模型”选项卡的“操作”组中单击“复制”按钮 复制，再单击“选择性粘贴”按钮 选择性粘贴，打开“移动（复制）”操控板。
- 在“移动（复制）”操控板选择“相对选定参考旋转特征”按钮，选定坐标系的 Z 轴进行旋转 45°，如图 4-162 所示取消“复制原始几何”复选框的勾选。

08 对旋转后的曲面进行阵列。

- 将图形区右下角的选择过滤器设为“面组” 面组。然后在图形区选择曲面面组，再单击“几何阵列”按钮 几何阵列，打开“阵列”操控板。



技巧点拨：

由于曲面不是实体，所以不能使用“阵列”工具进行阵列，只能使用“几何阵列”。

- 选择“填充”阵列方式，在“参考”选项板中单击 定义... 按钮，选择 FRONT 平面后进入草绘环境，绘制如图 4-163 所示的填充边界（矩形）。



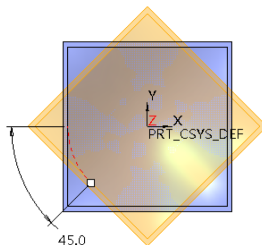


图 4-162　设置旋转参数

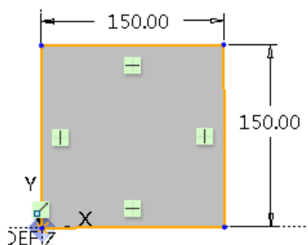


图 4-163　绘制矩形填充边界

- 退出草绘环境后，在“阵列”操控板中设置阵列参数，取消 3 个点阵，留出的位置是商标区域，如图 4-164 所示。单击“应用”按钮 完成创建，如图 4-165 所示。

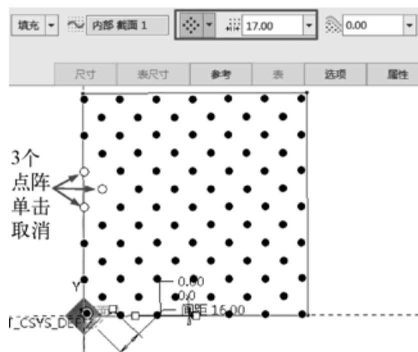


图 4-164　绘制草图

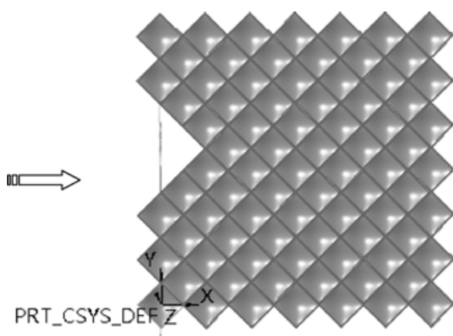


图 4-165　创建旋转特征

- 选取左下角的两个阵列成员曲面进行合并，如图 4-166 所示。
- 在模型树中右击 合并 2 特征，在弹出的快捷菜单中选择“阵列”命令，如图 4-167 所示，然后进行参考阵列。

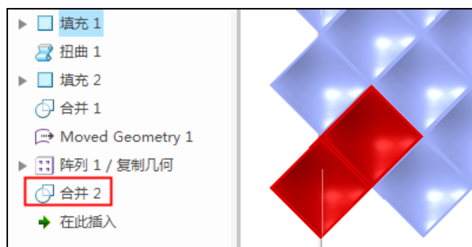


图 4-166　合并两个成员曲面

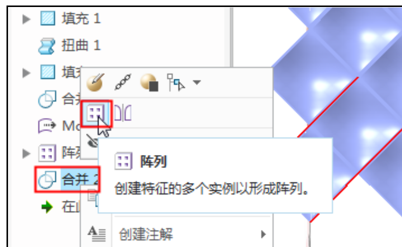


图 4-167　选择“阵列”命令

09 将阵列后的曲面进行填充、修剪与合并。

- 使用 填充 工具在 FRONT 平面上创建填充曲面 3，如图 4-168 所示。
- 选中填充曲面 3，再单击“编辑”组中的“修剪”按钮 修剪，打开“曲面修剪”操控板。在图形区中选择阵列的曲面作为修剪工具，单击 按钮改变修剪方向，再单击“应用”按钮完成修剪，如图 4-169 所示。

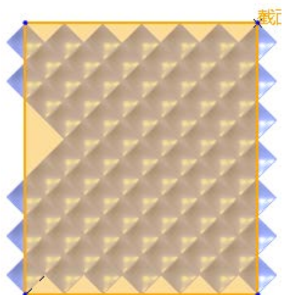


图 4-168　创建填充曲面 3

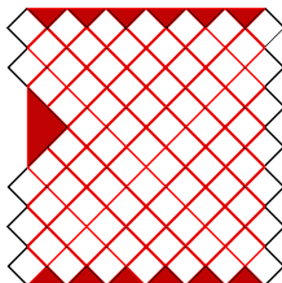


图 4-169　修剪曲面

- 新建基准平面 DTM1，如图 4-170 所示。
- 接着利用“修剪”工具 修剪 将阵列的曲面用 RIGHT 平面与 DTM1 平面分两次进行修剪，结果如图 4-171 所示。

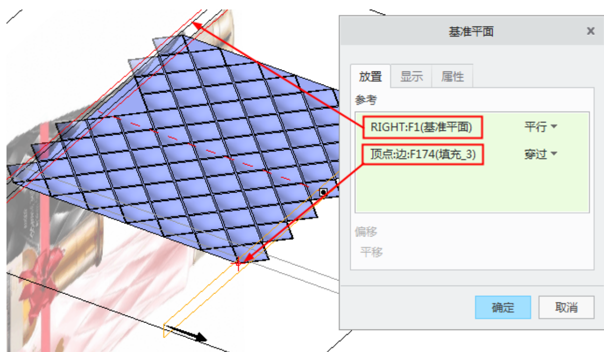


图 4-170　新建 DTM1 平面

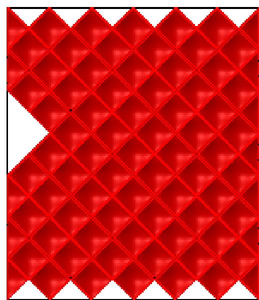


图 4-171　修剪曲面的结果

- 利用“合并”工具合并合并图形区中所有的曲面。

10 扭曲变形曲面。

- 在“柔性建模”选项卡的“变换”组中单击“移动”按钮，将曲面与图片底部靠齐，如图 4-172 所示。
- 在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“扭曲”扭曲，打开“扭曲”操控板。
- 选中曲面面板为扭曲对象，再选择 TOP 平面为方向参考，接着单击操控板中的“拉伸”按钮，参考图片中的拉伸曲面，尽量使其形状变形到与图片接近，鉴于此处会花费较长时间，这里不再赘述，请大家及时地结合本例视频进行操作。变形结果如图 4-173 所示。



图 4-172　移动曲面

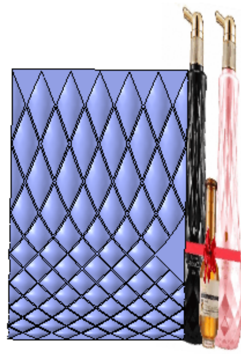


图 4-173　扭曲变形曲面



技巧点拨：

这里的变形需要插入两个拉伸动作才能完成，一个拉伸从中间向上，另一拉伸从中间往下，可以单击“切换到下一个轴”按钮和“反转轴的方向”按钮来调整拉伸方向。

11 利用“镜像”工具镜像创建镜像曲面，如图 4-174 所示。

12 利用“合并”工具合并合并镜像曲面与原曲面。

13 依次利用“平面”“延伸”“填充”“合并”“实体化”等命令，将曲面转换成实体，如图 4-175 所示（详细操作请参阅本例视频）。

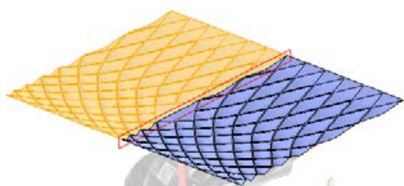


图 4-174　镜像曲面

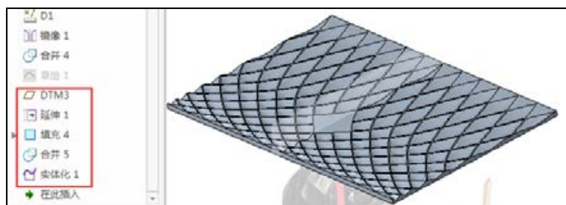


图 4-175　曲面实体化

14 创建环形折弯。

- 在“模型”选项卡的“工程”组中单击“环形折弯”按钮 环形折弯，打开“环形折弯”操控板。
- 在“参考”选项板中选择“实体几何”复选框。激活轮廓截面收集器，单击“定义”按钮，在 RIGHT 平面中绘制曲线（曲线一定要光滑，少些样条点即可），如图 4-176 所示。
- 在操控板中选择“360 度折弯”类型，然后选择实体的两个端面作为参考，随后自动预览折弯，如图 4-177 所示。

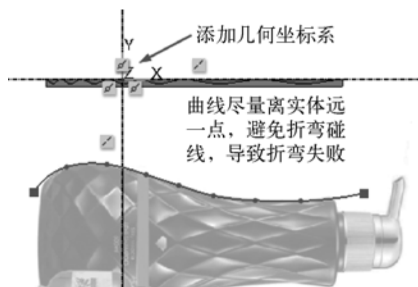


图 4-176　绘制草图

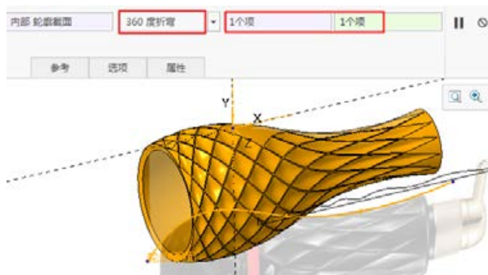


图 4-177　折弯实体预览

15 最后在折弯实体底端创建拉伸实体，如图 4-178 所示。

16 创建一个半径为 4 的圆角，如图 4-179 所示。



图 4-178　创建拉伸实体

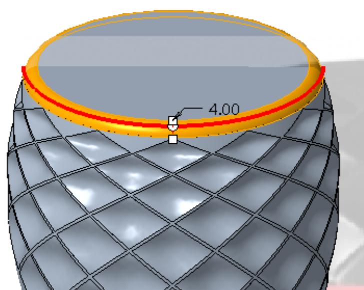


图 4-179　创建圆角

17 最后利用“旋转”命令 旋转，在瓶口处创建旋转特征和圆角，如图 4-180 所示。

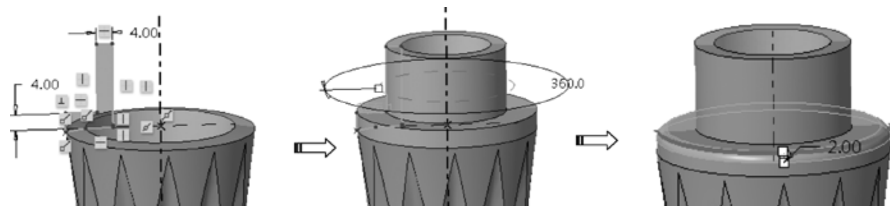


图 4-180　创建旋转特征和圆角

18 至此，就完成了香水瓶的造型设计，结果如图 4-181 所示。



图 4-181　香水瓶

第 6 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

在实际的建模过程中，其实很多读者（包括一些论坛网友），对于简单的建模都觉得没有问题。由于接触软件的时间较短，所以对于复杂的造型就无法应对了。下面对部分网友的求助进行分析和解答。

精华帖 1：在 Creo 中怎样进行 3D 标注？



问题描述

Creo 中对三维模型进行注释的功能位于零件设计环境中的“注释”选项卡中，本书由于篇幅所限，并没有为大家在正文中进行详解。鉴于此，下面做一个简单的模型尺寸标注范例，如图 4-182 所示。

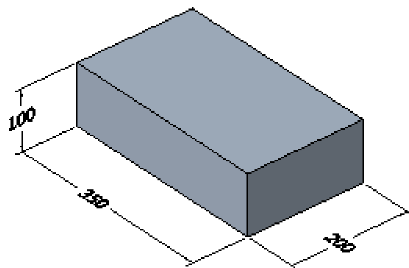


图 4-182　默认的轮廓线与文字

操作演示

01 启动 Creo 4.0 软件。新建一个零件文件，进入零件设计环境中。

02 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“拉伸”按钮，创建如图 4-183 所示的实体模型。

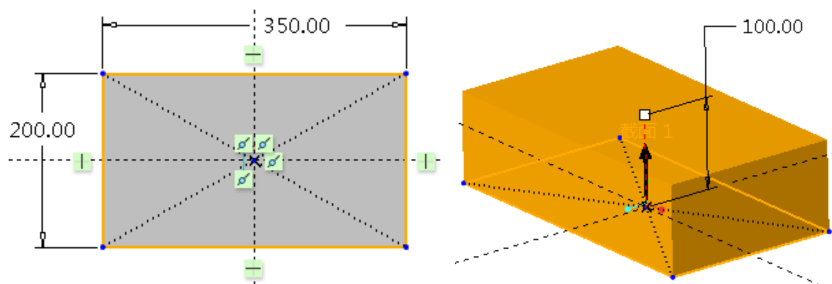


图 4-183　创建拉伸特征

03 接下来要进行 3D 标注，需要为每个标注设置放置注释平面，如图 4-184 所示的“注释平面”组中的平面可供用户选择。



图 4-184　可选的注释平面

- 由于模型十分简单，主要标注其长、宽、高尺寸，长与宽在一个注释平面中，高度尺寸则在与其垂直的注释平面中。
- 在“注释平面”选项卡中单击“TOP”按钮，再在“注释”组中单击“尺寸”按钮，弹出“选择参考”对话框，保持默认设置，直接选取模型底部上的边进行标注，如图 4-185 所示。
- 在合适位置单击鼠标中键，将打开“尺寸”操控板。通过操控板来编辑尺寸的样式、文本、方向和公差等参数。保留默认设置，在图形区的空白区域单击结束标注，结果如图 4-186 所示。

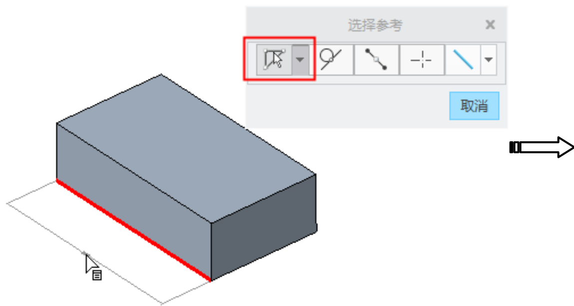


图 4-185　放置尺寸

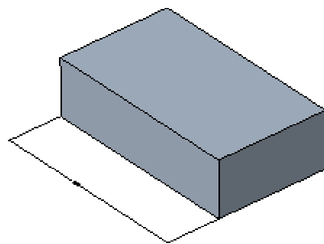


图 4-186　完成标注

● 如果觉得标注的文字比较小，可以选中尺寸并右击，在弹出的快捷菜单中选择“文本样式”命令，然后在弹出的“文本样式”对话框中设置文字高度即可，如图 4-187 所示。



图 4-187　修改文本高度

04 同理，标注出模型宽度的尺寸。

05 标注高度尺寸时，需要选择 RIGHT 注释平面，最终标注完成的结果如图 4-188 所示。

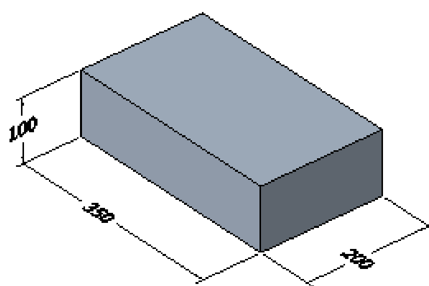


图 4-188　标注完成的 3D 尺寸

精华帖 2：在 Creo 中如何做出这样的杯子？



问题描述

其实这样的杯子造型并不复杂，只要使用了合理的设计工具，建模就很轻松。难点主要在于杯子手柄部位的扭曲造型，可以使用多种方法来完成：一是使用扭曲方法；二是使用“扭曲”工具直接将实体扭曲成所需造型。由于时间关系及篇幅限制，这里仅介绍扭曲方法来完

成。现将杯子拆分成两部分，第一部分是手柄部分，第二部分是其余的较为简单的部分（使用“旋转”创建的杯身和杯子脚）。

参考的建模图纸如图 4-189 所示。

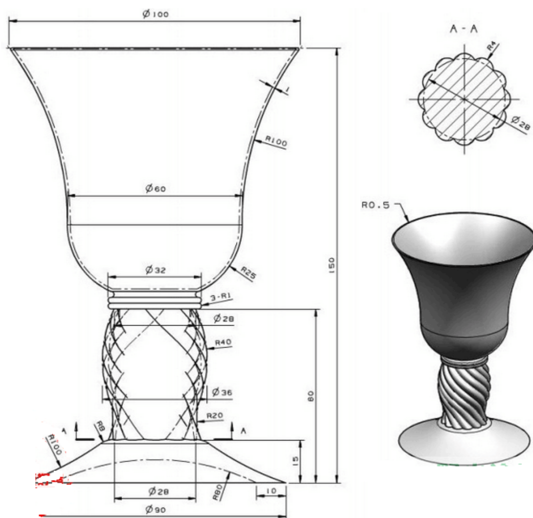


图 4-189　建模图纸

操作演示

01 新建零件文件。

02 接下来创建第一部分的手柄实体。

- 新建一个基准平面 DTM1，如图 4-190 所示。
- 单击“拉伸”按钮，选择 DTM1 基准平面作为草图平面，进入草绘环境中，绘制如图 4-191 所示的草图。

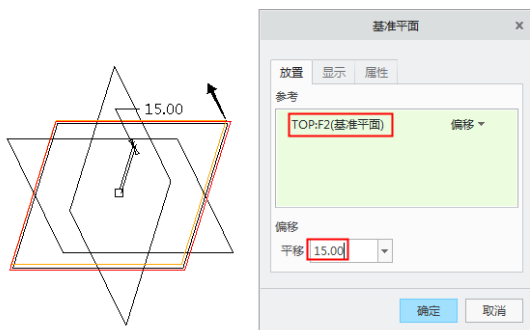


图 4-190　创建 DTM1 平面

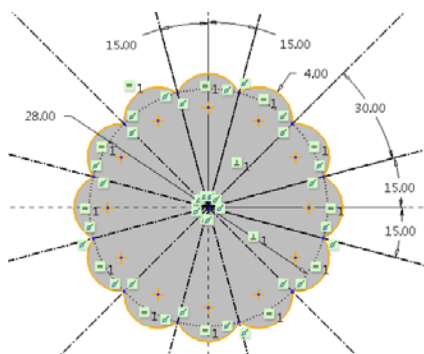


图 4-191　绘制草图截面

- 退出草绘环境后，创建拉伸深度为 45 的实体，如图 4-192 所示。

03 将实体扭曲。

- 先将图片导入到 Creo 中。在“视图”选项卡的“模型显示”组中单击“图像”按钮，选择 FRONT 平面为图片放置平面后，导入本例的图像文件“酒杯.jpg”，然后调整图片的大小（手动调节图片大小）和位置，如图 4-193 所示。

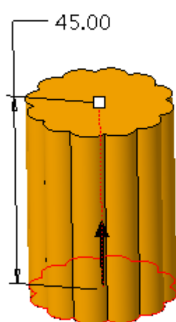


图 4-192　创建拉伸实体

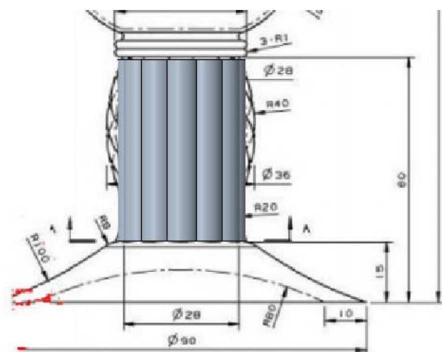


图 4-193　导入图片并调整位置和比例大小

- 在“编辑”组中单击“扭曲”按钮 扭曲，打开“扭曲”操控板。选中实体作为扭曲对象，接着单击“雕刻”按钮和“对称应用到选定项的双侧”按钮，并设置 3 行和 4 列，单击按钮，将网格方向切换到如图 4-194 所示的平面上。
- 参照图片中手柄部分的轮廓曲线，拖动网格上的点改变实体侧面形状，如图 4-195 所示。

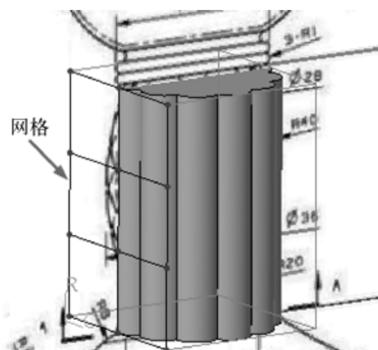


图 4-194　设置网格

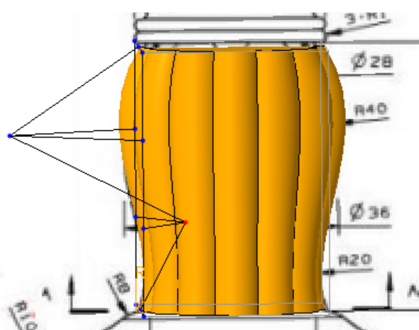


图 4-195　拖动网格控制点改变形状

- 同理，在“列表”选项板中单击“在此插入”按钮并单击“雕刻”按钮，新增一个雕刻，将实体的另两侧 main 进行相等的变形（变形时可以设置视图方向为 TOP 或 BOTTOM）。
- 在“扭曲”操控板中单击“扭转”按钮，单击按钮切换旋转轴，如图 4-196 所示。
- 输入旋转角度为-90，即可查看扭转预览，如图 4-197 所示。

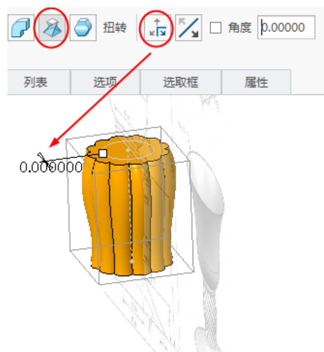


图 4-196　切换旋转轴

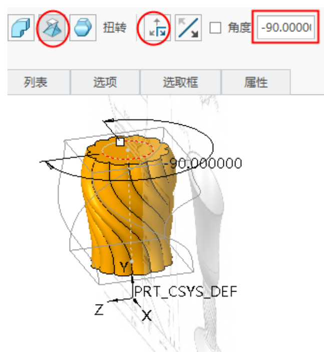


图 4-197　扭转效果

- 最后单击“应用”按钮✔，完成实体扭曲。

04 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“旋转”按钮 旋转。

- 选择 FRONT 平面作为草图平面，绘制如图 4-198 所示的旋转截面。
- 退出草绘环境，完成旋转特征的创建。如图 4-199 所示。

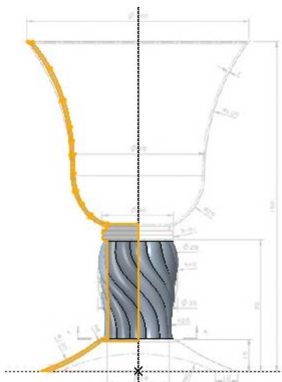


图 4-198　绘制旋转截面

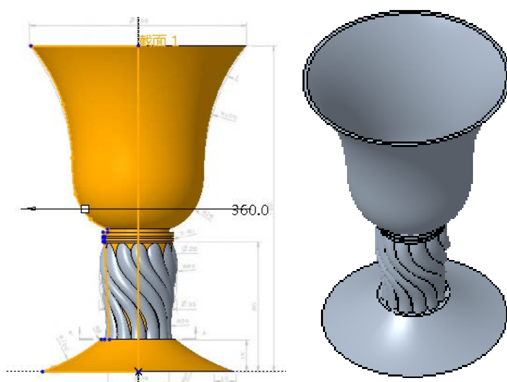


图 4-199　创建旋转特征

05 将扭曲的效果与图片进行对比，其实还是有误差的，原因是雕刻时是参照图片拖动的，没有参数，所以精准度就会差。那么接下来尝试另一种建模方法。鉴于时间关系，仅仅介绍手柄建模。

- 首先使用“拉伸”工具在 TOP 平面上绘制草图，创建出拉伸深度为 200 的特征，如图 4-200 所示。

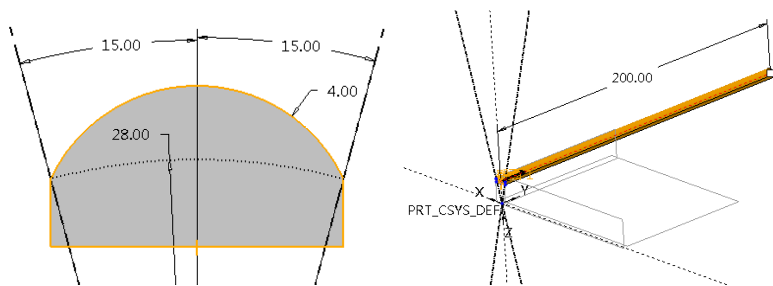


图 4-200　创建拉伸特征

- 将拉伸特征进行阵列，如图 4-201 所示。

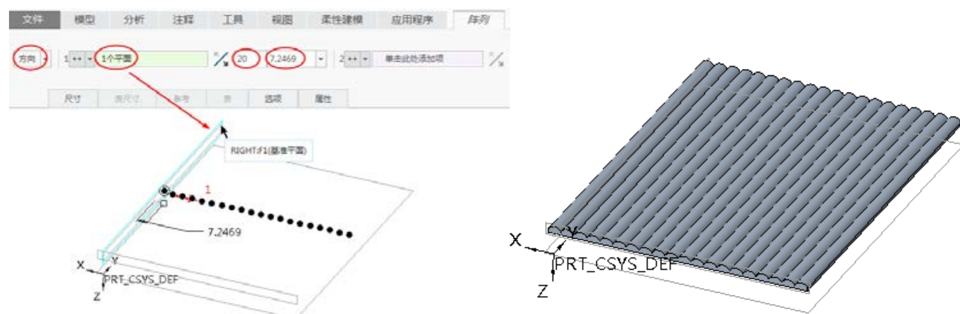


图 4-201　创建阵列

- 再创建拉伸曲面。在 FRONT 平面中绘制矩形草图。如图 4-202 所示。

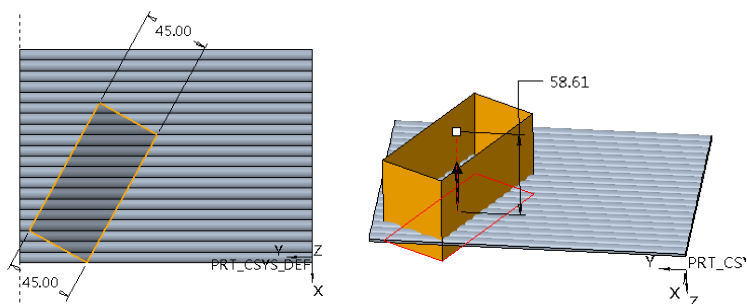
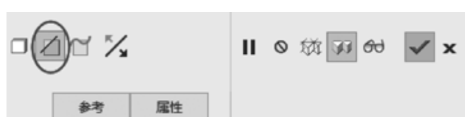


图 4-202　创建拉伸曲面

- 使用“实体化”工具 实体化，用曲面修剪实体，得到如图 4-203 所示的结果。
- 最后创建环形折弯。在“工程”组中单击 环形折弯 按钮，在打开的“环形折弯”操控板的“参考”选项板中选择“实体几何”复选框，并单击轮廓截面的“定义”按钮，选择草图平面，如图 4-204 所示。



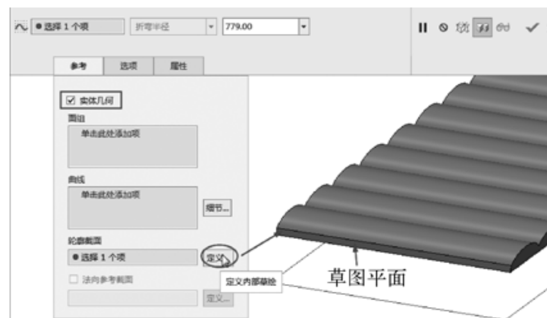


图 4-203　实体化修剪　　　　图 4-204　选择环形折弯的截面平面

- 进入草绘环境绘制草图，如图 4-205 所示。如果缺少参照请选择坐标系。

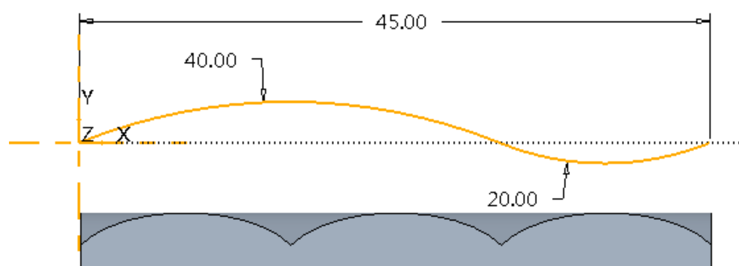


图 4-205　绘制截面草图

- 退出草绘环境后，选择“360 度折弯”类型，并选择模型的两个端面作为参考，如图 4-206 所示。
- 如果没有显示折弯的预览，说明截面的位置不对，需要拖动截面的控制点向模型逐渐靠拢，直至显示折弯预览为止，如图 4-207 所示。

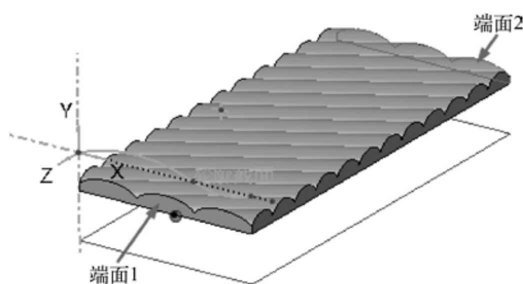


图 4-206　选择 360 折弯参考面

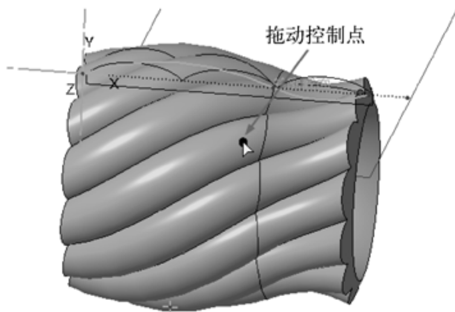


图 4-207　拖动控制点显示预览

- 单击“应用”按钮，完成折弯操作。



技巧点拨：

很多读者在创建环形折弯时都会遇到无法创建折弯的问题，其实只需按照上图的操作方法，拖动草图控制点，调整位置，直到显示折弯预览即可。

06 当然还有其他方法来获得这样的形状。比如，可以利用“扫描混合”工具，创建两个截面扫描。还有结合使用“扫描”和“阵列”工具等方法，这里就不再一一列举了，上面两种方式主要是让大家更加熟悉高级建模工具的用法。

第 7 节　Creo工程师认证试题

一、单选题

（1）以下（B）不是“可变”阵列的限制条件。

A．实例大小可变　　B．实例必须放置在同一曲面上

C．实例形状可变　　D．实例与实例之间不能自相交

（2）创建骨架折弯的过程中，当选择整个实体为中弯对象时，不可以选择的“链选项”有（C）。

A．相切链　　B．曲线链　　C．边界链　　D．垂直链

（3）偏移分析不可以分析出下列（D）是否有问题。

A．抽壳　　B．偏移　　C．加厚　　D．拉伸

二、判断题

（1）抽壳（Shell）时，输入的厚度可以是正值，也可以是负值，但厚度必须相同。（ √ ）

（2）填充阵列可以在填充区域内生成均匀分布的特征，这些特征只能作为整体删除，而不允许个别删除。（×）

三、绘图题

（1）参照如图 4-208 所示的图形，注意其中的水平、相切、同心和对称等几何关系。

参数：A=6.6，　B=16，　C=12，　D=64，　E=136，　F=3.8，　G=96



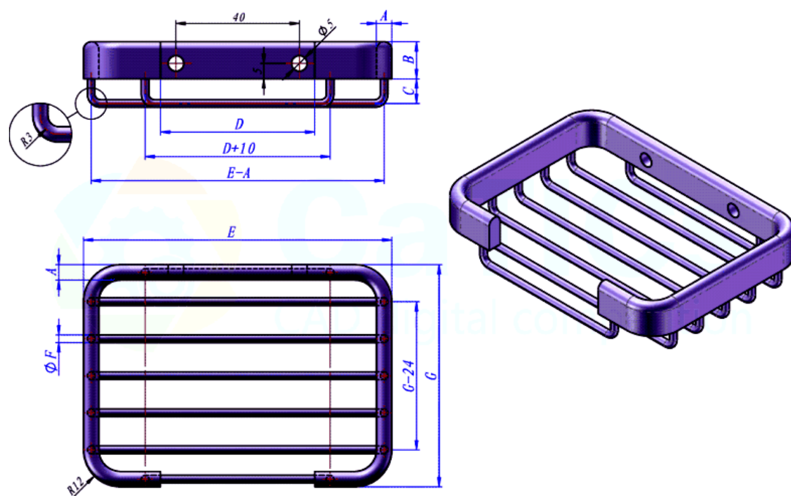


图 4-208　模型 1

（2）参照如图 4-209 所示的图形构建立体模型，注意其中的等壁厚、等距（尺寸 B 处）等几何关系。

参数：A=108， B=10， C=132， D=32， E=232， F=180， T=5。

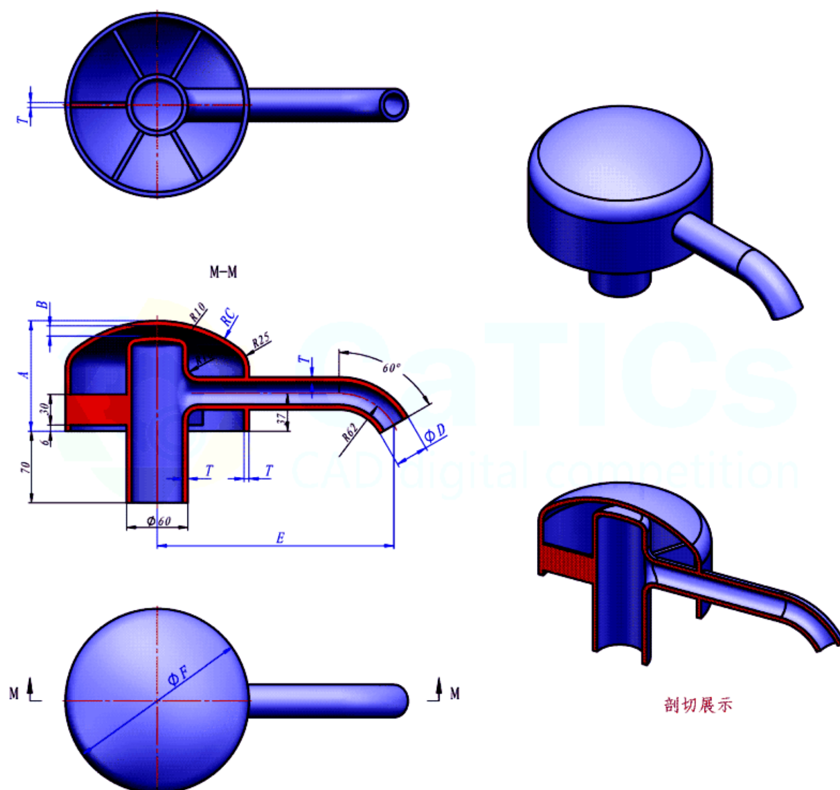


图 4-209　模型 2



第 5 章

曲面造型设计



本章导读

仅仅使用前面讲到的实体造型技巧设计产品还远远不够，在现代设计中越来越强调细致而复杂的外观造型，因此必须引入大量的曲面特征，以满足丰富多彩的产品造型。在曲面功能上，Creo 4.0 与以往版本的最大区别在于操作的简便性，使用户可以将更多精力注重于设计，而非软件的操作。

本章将详细讲解应用于产品造型设计的曲面功能命令，包括基本曲面命令、高级曲面命令，以及样式曲面造型命令等相关内容。



案例展现

案　例　图	描　　述
	本案例将通过咖啡壶的曲面造型设计来详解其操作过程，由于该任务的操作步骤较多，故将整个任务分解成多个小任务进行。 绘图分析： （1）利用样式造型环境中的曲线功能创建造型曲线。 （2）利用样式造型环境中的曲面功能设计壶身、壶嘴和手柄
	在本例中将运用多种创建曲面的方法，同时也运用了关系式，为下一章的参数化建模打下基础。 绘图分析： （1）建模时应注意控制可变截面扫描参照，以及为尺寸添加关系式。 （2）创建混合扫描，使用尺寸参照驱动阵列

第 1 节　基 本 曲 面

基本曲面特征是指使用拉伸、旋转、扫描和扫描混合等常用的三维建模方法创建的曲面特征。

一、拉伸曲面

拉伸曲面特征就是沿着与草绘平面垂直的方向将截面拉伸一定的距离，以生成曲面的方法。



技巧点拨：

创建拉伸曲面的方法与使用拉伸工具建立实体特征的操作基本相同，这里不再赘述，注意在“拉伸”操控板中一定要单击“拉伸为曲面”按钮，如图 5-1 所示。



图 5-1　“拉伸”操控板

在曲面的创建过程中需要注意以下几点。

- 用拉伸方式创建的曲面如图 5-2 所示。可以看出曲面的草绘图形可用开放截面和封闭截面。

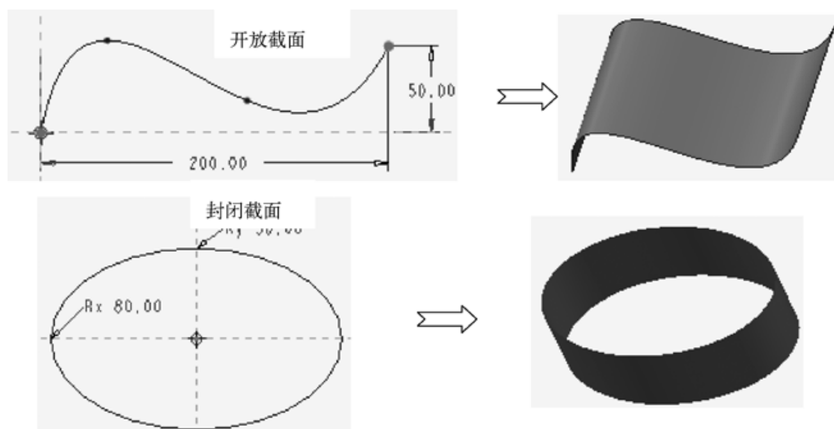


图 5-2　创建的拉伸曲面



温馨提示：

如果要采用不封闭的草绘图形，最好先单击“拉伸曲面”按钮，再进入草绘界面，否则在默认拉伸为实体的状态下，草绘截面不封闭将无法完成退出。

- 如果草绘的截面是封闭的，那么在“选项”选项板中会有一个“封闭端”复选框，如

图 5-3a 所示，如果取消选择该复选框得到的拉伸曲面如图 5-3b 所示，而选择该复选框后系统会在两端增加端平面以构成封闭的曲面，如图 5-3c 所示。

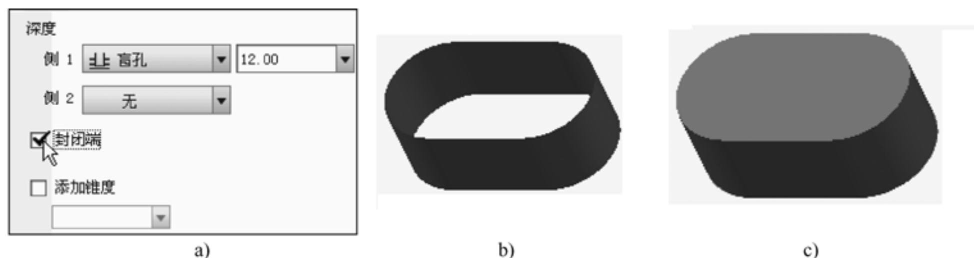


图 5-3 “封闭端”复选框的应用

a) “选项”选项板　b) 两端不封闭　c) 两端封闭

- 图 5-3c 所示的两端封闭的拉伸曲面在着色显示状态下很容易被误认为实体，此时可以切换到线框显示模式，在消隐状态下，实体的线框颜色为白色，而曲面的内部线框则为紫红色，而曲面的边界则是明亮的黄色，如此即可区分实体与曲面，如图 5-4 所示。

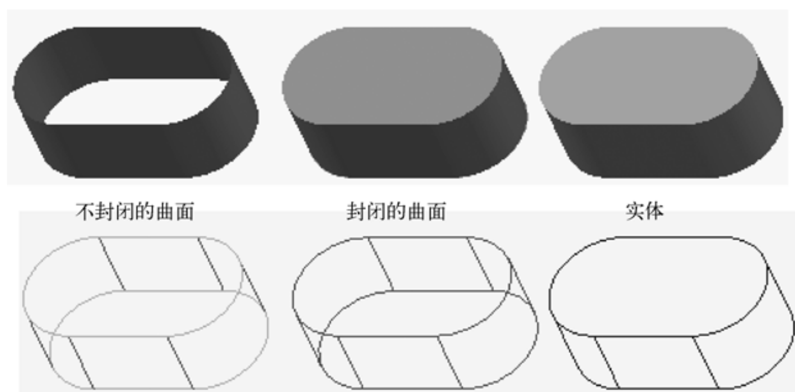


图 5-4　Creo 环境下区分曲面和实体

- 拉伸曲面特征也可以用来修剪已经存在的曲面或实体。单击“去除材料”按钮，然后选取一个已经存在的曲面，最后单击✓按钮确认，如图 5-5 所示。

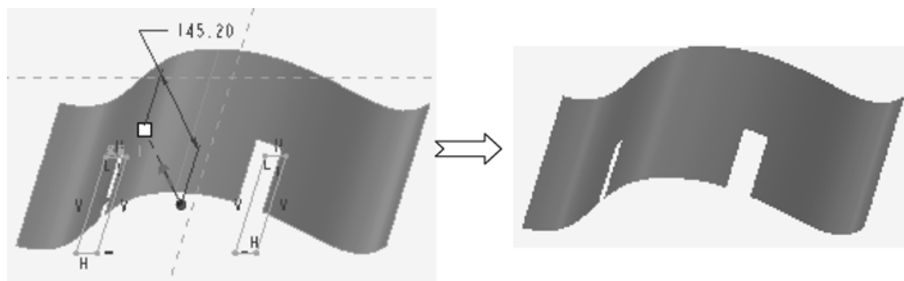


图 5-5　拉伸去除材料功能

二、旋转曲面

旋转曲面特征就是将某一截面图形绕着某个中心轴旋转一定角度（通常为 360°）来生成曲面的方法。其创建方法与使用旋转工具建立实体特征的操作基本相同，注意在“旋转”

操控板中一定要单击“旋转为曲面”按钮。旋转曲面特征适用于构建有曲线外形变化的回转类曲面。创建的旋转曲面如图 5-6 所示。

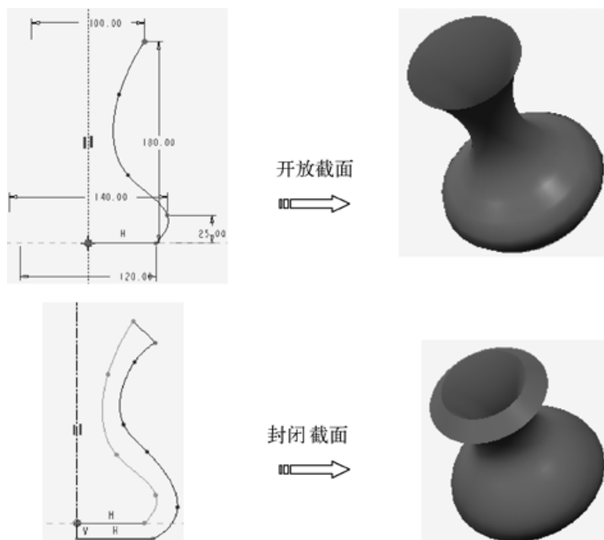


图 5-6 创建旋转曲面

技巧点拨：

旋转实体特征的截面必须是封闭的，而旋转曲面特征的截面可以是开放的或封闭的。旋转曲面特征必须具有一条作为旋转轴的中心线，同时草绘截面时其截面曲线必须全部位于中心线的一侧，否则系统将提示截面不完整。

三、扫描曲面

扫描曲面是指将二维剖面沿着指定轨迹生成的曲面特征。其创建方法与使用扫描工具建立实体特征的操作基本相同，注意，在“扫描”操控板中一定要单击“扫描为曲面”按钮。

温馨提示：

用户可以在操作过程中绘制扫描轨迹，也可以选择已有的曲面作为轨迹线。轨迹线既可以是开放的，也可以是封闭的。

要创建或重定义一个扫描特征，必须给定两大特征要素：扫描轨迹线和扫描截面。创建开放截面的扫描曲面如图 5-7 所示。创建封闭截面的扫描曲面如图 5-8 所示。

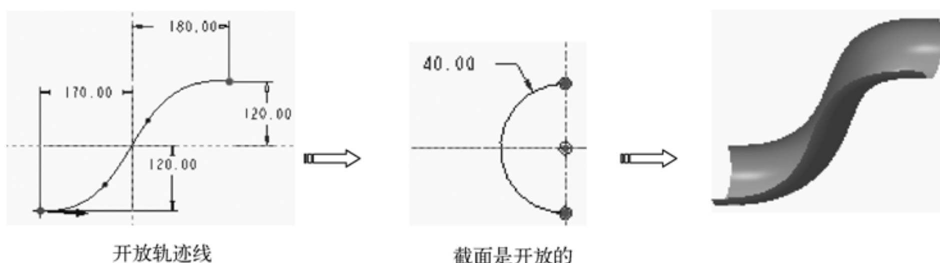


图 5-7 创建开放截面的扫描曲面

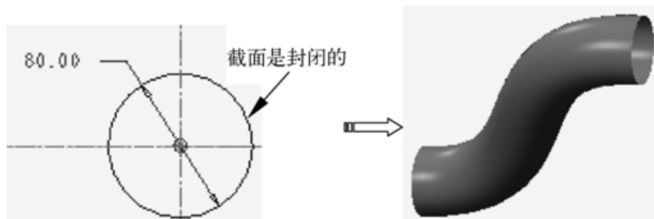


图 5-8　创建封闭截面的扫描曲面

四、填充曲面

填充曲面其实就是平面曲面，即由位于某平面内的平整封闭环形截面所围成的曲面，也就是通过指定边界来定义的一种平整曲面特征。

填充曲面的创建效果如图 5-9 所示。

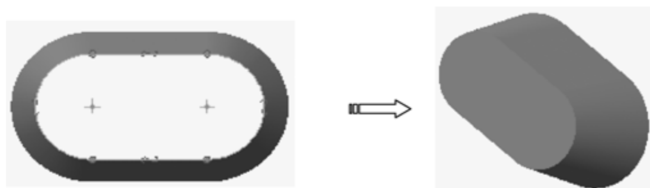


图 5-9　创建填充曲面



温馨提示：

任何填充特征都必须包括一个平整的封闭环草绘特征。



上机操作——漏斗曲面

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\漏斗曲面.prt

 演示视频路径：\视频\Ch05\漏斗曲面设计.avi

完成本练习后，读者将熟练掌握基本曲面造型的应用技巧。

在本实例中，将利用旋转、圆角、填充、合并和加厚曲面等命令来设计如图 5-10 所示的漏斗三维造型。

01 单击“旋转”按钮 旋转，打开“旋转”操控板，单击“旋转为曲面”按钮 。然后在 FRONT 基准平面中绘制草图，如图 5-11 所示。创建的旋转曲面如图 5-12 所示。



图 5-10　漏斗实体模型

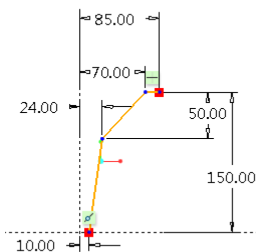


图 5-11　绘制草图

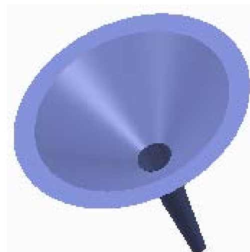


图 5-12　创建的旋转曲面

02 单击“倒圆角”按钮 倒圆角，创建两个 R10 的曲面圆角，如图 5-13 所示。

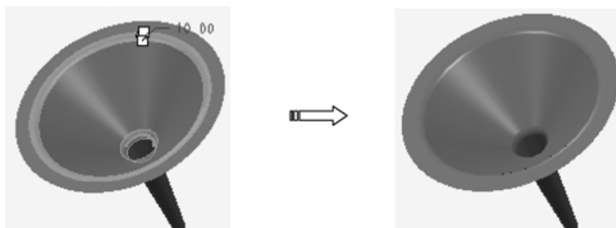


图 5-13　创建曲面圆角

03 单击“填充”按钮 填充，在漏斗的上表面绘制草图，如图 5-14 所示。创建的填充曲面如图 5-15 所示。

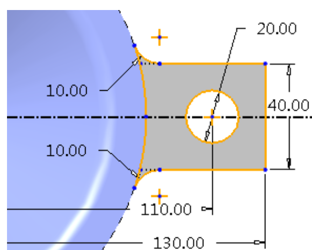


图 5-14　在漏斗上绘制草图



图 5-15　创建的填充曲面

04 选取两个曲面，单击“合并”按钮，把两个曲面合并为一个曲面，如图 5-16 所示。

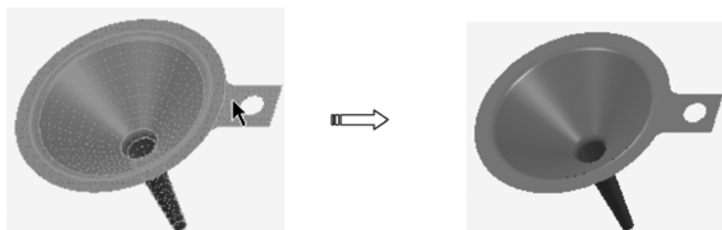


图 5-16　合并曲面

05 选取合并曲面，然后单击“加厚”按钮，创建薄壳实体，如图 5-17 所示。

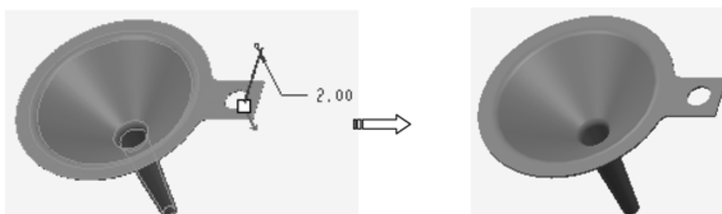


图 5-17　创建薄壳实体

第 2 节　高 级 曲 面

本节将重点介绍高级曲面的创建方法。高级曲面工具在产品造型中已得到广泛应用，合理应用这些特征工具，可以构建出复杂、美观的外形。

一、边界混合曲面

利用边界混合工具，可以通过定义边界的方式产生曲面，在参照实体（它们在一个或两个方向上定义曲面）之间创建边界混合的特征。在每个方向上选定第一个和最后一个图元定义曲面的边界。添加更多的参照图元（如控制点和边界条件）能使用户更完整地定义曲面形状。



技巧点拨：

根据混合方向的多少，边界混合可以分为单向边界混合和双向边界混合两种。两者的操作过程基本相同，首先选取一个方向的混合曲线，然后完成特征构建。

在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“边界混合”按钮，打开如图 5-18 所示的“边界混合”操控板。



图 5-18　“边界混合”操控板

1. “曲线”选项板

“曲线”选项板用在第一方向和第二方向选取的曲线创建混合曲面，并控制选取顺序，如图 5-19 所示。选择“闭合混合”复选框，通过将最后一条曲线与第一条曲线混合来形成封闭环曲面，如图 5-20 所示。



图 5-19　“曲线”选项板

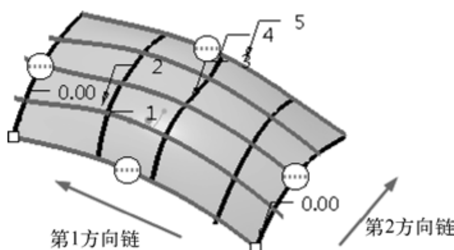


图 5-20　方向链的收集

2. “约束”选项板

控制边界条件，包括边对齐的相切条件。可能的条件为“自由”“相切”“曲率”和“法



向”，如图 5−21 所示。

在“约束”选项板中，控制边界条件可对混合边界应用将新曲面特征约束到现有曲面或面组的条件。定义边界约束时，Creo 会根据指定的边界来选取默认参照。此时可接受系统默认选取的参照，也可自行选取参照。主要包括以下几个约束边界条件。

- 自由：沿边界没有设置相切条件，为默认条件。
- 相切：混合曲面沿边界与参照曲面相切。
- 曲率：混合曲面沿边界具有曲率连续性。
- 法向：混合曲面与参照曲面或基准平面垂直。

3. “控制点”选项板

“控制点”选项板通过在输入曲线上映射位置来添加控制点并形成曲面，如图 5−22 所示，主要包含以下几个选项。

- 自然：使用一般混合例程混合，并使用相同例程来重置输入曲线的参数，可获得最逼近的曲面。
- 弧长：对原始曲线进行最小调整。使用一般混合例程来混合曲线，被分成相等的曲线段并逐段混合的曲线除外。
- 点至点：逐点混合。第一条曲线中的点 1 连接到第二条曲线中的点 1，以此类推。
- 段至段：逐段混合。曲线链或复合曲线被连接。
- 可延展：如果选取了一个方向上的两条相切曲线，则可进行切换，以确定是否需要可延展选项。

4. “选项”选项板

“选项”选项板中的各选项用来选取影响用户界面中混合曲面的形状或逼近方向的曲线，主要包括以下几个控制选项，如图 5−23 所示。

- 细节：单击该按钮，将弹出“链”对话框，以修改链组属性。
- 平滑度：控制曲面的粗糙度、不规则性或投影。
- 在方向上的曲面片：控制用于形成结果曲面的沿 U 和 V 方向的曲面片数。



图 5−21 “约束”选项板

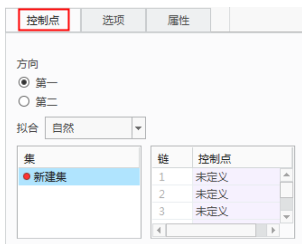


图 5−22 “控制点”选项板



图 5−23 “选项”选项板



上机操作——边界混合曲面

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\边界混合.prt

 演示视频路径：\视频\Ch05\边界混合曲面设计.avi

01 打开本任务的素材文件“曲线.prt”，如图 5-24 所示。

02 在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“边界混合”按钮，打开“边界混合”操控板，激活第一方向链收集器，收集第一方向边界，如图 5-25 所示。

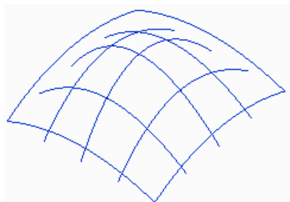


图 5-24　素材文件

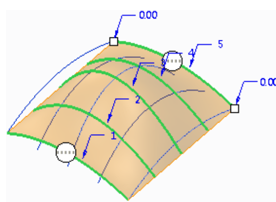


图 5-25　收集第一方向边界

03 激活第二方向链收集器，收集第二方向边界，如图 5-26 所示。

04 单击操控板中的“应用”按钮，完成边界混合操作，结果如图 5-27 所示。

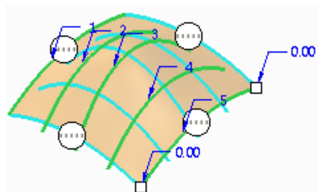


图 5-26　收集第二方向边界

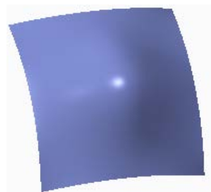


图 5-27　创建边界混合特征



温馨提示：

在创建边界混合特征时，在选择曲线时要注意选取顺序。另外，以两个方向定义的混合曲面，外部边界必须构成一封闭环，否则不能创建曲面。

二、顶点倒圆角

顶点倒圆角操作其实是对曲面进行特殊修剪的操作，可以在曲面的端点处进行倒圆角操作。在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“顶点倒圆角”按钮，打开如图 5-28 所示的“顶点倒圆角”操控板。

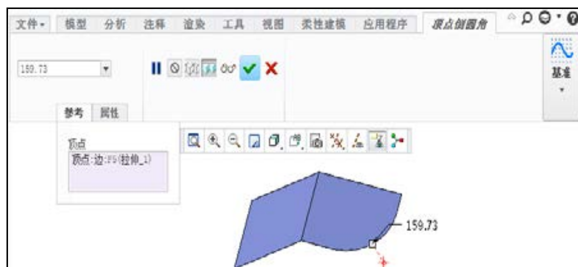


图 5-28　“顶点倒圆角”操控板



三、将切面混合到曲面

将切面混合到曲面功能可以由指定的曲线或边链沿实体表面或曲面的切线方向混合生成一个曲面。

在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“将切面混合到曲面”按钮，弹出“曲面：相切曲面”对话框，如图 5-29 所示。



图 5-29 “曲面：相切曲面”对话框



上机操作——将切面混合到曲面

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\将切面混合到曲面.prt

 演示视频路径：\视频\Ch05\将切面混合到曲面设计.avi

01 打开本例的素材文件“将切面混合到曲面.prt”，如图 5-30 所示。

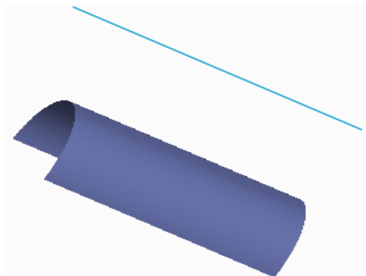


图 5-30 切面混合到曲面模型

02 在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“将切面混合到曲面”命令，弹出“曲面：相切曲面”对话框。

03 在图形区域内选择 RIGHT 基准平面作为拖拉方向，如图 5-31 所示。

04 在“曲面：相切曲面”对话框中选择“参考”选项卡，选择直线作为拔模线，如图 5-32 所示。

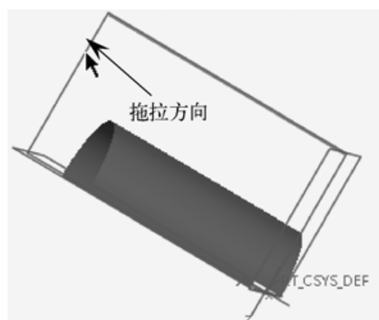


图 5-31　选择拖拉方向

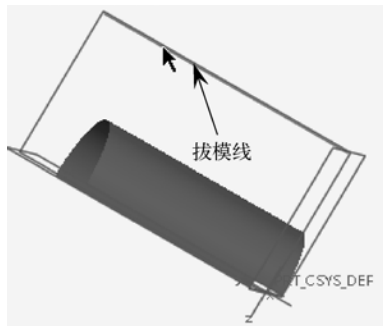


图 5-32　选择拔模线

05 选择圆弧面作为相切曲面，如图 5-33 所示。
06 单击“确定”按钮，完成将切面混合到曲面操作，结果如图 5-34 所示。

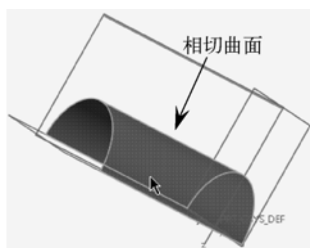
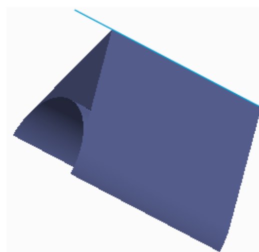


图 5-33　选择相切曲面


图 5-34　创建将切面混合到曲面特征

第 3 节　样式曲面造型

在 Creo 零件设计模式下，集成了一个功能强大、建模直观的造型环境。在该设计环境中，可以非常直观地创建具有高度弹性化的造型曲线和曲面。在造型环境中创建的各种特征可以统称为造型特征，它没有节点数目和曲线数目的特别限制，并且可以具有自身内部的父子关系，还可以与其他 Creo 特征具有参照关系或关联。

在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“样式”按钮 样式，打开“样式”选项卡。也就是进入了样式曲面造型环境，如图 5-35 所示。

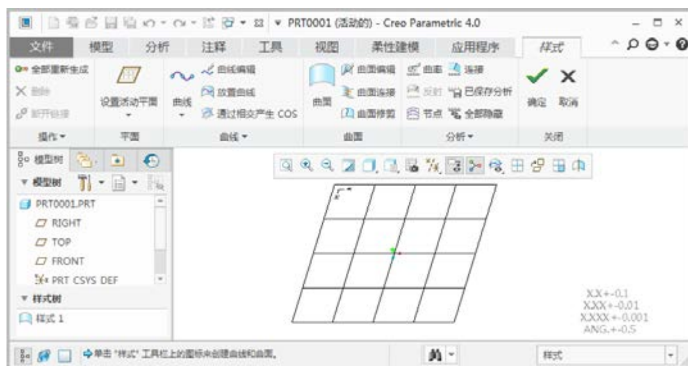


图 5-35　样式曲面造型环境

一、活动平面

活动平面是造型环境中一个非常重要的参考平面，在许多情况下，造型曲线的创建和编辑必须考虑当前所设置的活动平面。在造型环境中，以网格形式表示的平面即为活动平面，如图 5-36 所示。系统允许用户根据设计意图重新设置活动平面。

有时，为了使创建和编辑造型特征更方便，在设置活动平面后可以从浮动菜单中选择“活动平面方向”命令，使当前活动平面以平行于屏幕的形式显示，如图 5-37 所示。

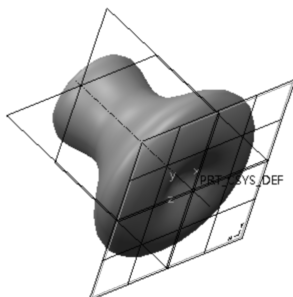


图 5-36　网格形式的活动平面

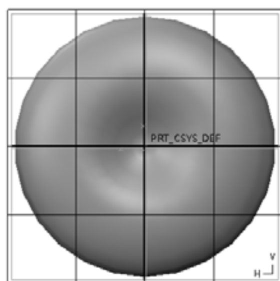


图 5-37　调整活动平面的显示方向

在创建或定义造型特征时可以创建合适的内部基准平面来辅助设计，使用内部基准平面的好处在于可以在当前的造型特征中包含其他图元的参照。创建内部基准平面的步骤如下。

1）在“样式”选项卡的“基准”组中单击“内部平面”按钮，弹出“基准平面”对话框，如图 5-38 所示。

2）选择“放置”选项卡，以通过参照现有平面、曲面、边、点、坐标系、轴、顶点或曲线来放置新的基准平面，也可选择基准坐标系或非圆柱曲面作为创建基准平面的放置参照。必要时利用“平移”下拉列表框中的选项，选择参照的偏移位置放置新基准平面，如图 5-39 所示。

如果需要，可以选择“显示”选项卡和“属性”选项卡执行相关设置操作，一般情况下保留默认设置即可。

3）单击“应用”按钮，完成内部基准平面的创建，如图 5-40 所示。

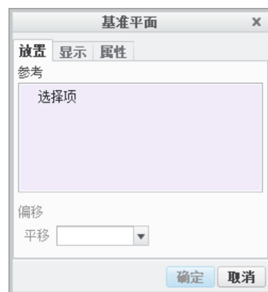


图 5-38　“基准平面”对话框

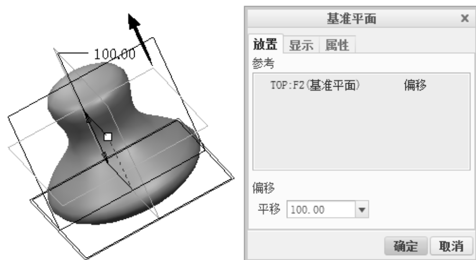


图 5-39　放置新基准平面

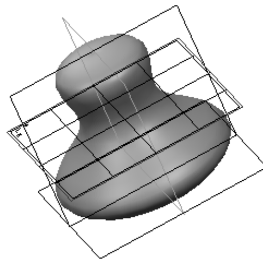


图 5-40　创建内部基准平面

默认情况下，此基准平面处于活动状态，并且带有栅格显示；同时显示内部基准平面的水平和竖直方向。

二、曲线

造型曲面是由曲线来定义的，所以创建高质量的造型曲线是创建高质量的造型曲面的关键。造型曲线的类型有 4 种，分别为自由曲线、平面曲线、COS 曲线和放置曲线。

- 自由曲线：三维空间曲线，也称 3D 曲线，可位于三维空间中的任何地方。通常绘制在活动工作平面上，并可以通过曲线编辑功能，拖曳插值点使其成为 3D 曲线。
- 平面曲线：位于活动平面上的曲线，编辑平面曲线时不能将曲线点移出平面，也称为 2D 曲线。
- COS 曲线：自由曲面造型中的 COS（Curve On Surface，COS）曲线是指曲面上的曲线。COS 曲线永远放置于所选定的曲面上，如果曲面的形状发生了变化，曲线也随曲面的外形变化而变化。
- 放置曲线：是将指定的曲线投影到选定的曲面上所得到的曲线，投影方向是某个选定平面的法向。选定的曲线、选定的曲面及取其法向为投影方向的平面都是父特征，最后得到的放置曲线为子特征，无论修改哪个父特征，都会导致放置曲线改变。本质上讲，放置曲线是一种特殊的 COS 曲线。

1. 点类型

在造型曲面中，创建和编辑曲线的模式有两种：插值点和控制点。

- 插值点：默认情况下，在创建或编辑曲线的同时，造型曲面显示曲线的插值点，如图 5-41 所示。单击并拖动实际位于曲线上的点即可编辑曲线。
- 控制点：在“造型：曲面”的操控板中选择“控制点”选项，将显示曲线的控制点，如图 5-42 所示。可通过单击和拖动这些点来编辑曲线，只有曲线上的第一个和最后一个控制点可以成为软点。

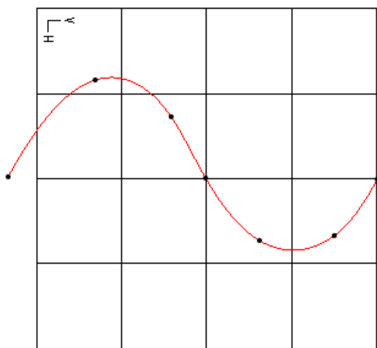


图 5-41　曲线上的插值点

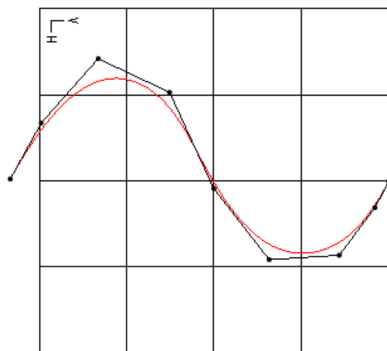


图 5-42　曲线上的控制点

2. 曲线类型

造型模式中包括的曲线类型如表 5-1 所示。



表 5-1　造型曲线类型

曲线类型	解　　释	图　　解
自由曲线	自由曲线是造型曲线中最常用的曲线，它可位于三维空间的任何地方。可以通过指定插值点或控制点的方式来建立自由曲线	
平面曲线	平面曲线位于指定平面上。编辑平面时不能将曲线点移出指定平面，除非将曲线转换为自由曲线	
圆曲线	包括两种绘制方法：自由圆曲线和平面圆曲线	
弧曲线	包括两种绘制方法：自由圆弧曲线和平面圆弧曲线	
放置曲线	放置曲线是将指定的曲线投影到选定的曲面上所得到的曲线	
通过相交产生 COS 曲线	COS 曲线是指曲面上的曲线，通常可以通过曲面相交创建。如果曲面的形状发生了变化，曲线也随曲面的外形变化而变化	

三、编辑曲线

对于创建的造型曲线，如果不符合用户要求，往往需要对其进行编辑。通过对曲线的点或控制点进行编辑，可以修改造型曲线。

在造型环境的“样式”选项卡的“曲线”组中单击“编辑曲线”按钮曲线编辑，打开“造型：曲线编辑”操控板，如图 5-43 所示。选中曲线，将会显示曲线上的点或控制点，如图 5-44 所示。用鼠标左键拖动选定的曲线点或控制点，可以改变曲线的形状。



图 5-43 “造型：曲线编辑”操控板

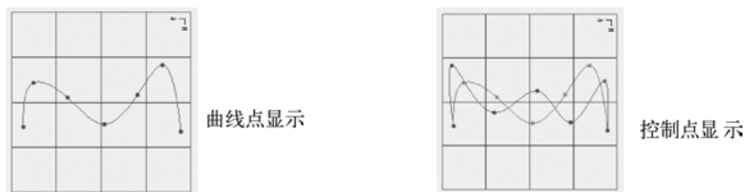


图 5-44　曲线点和控制点显示

利用“造型：曲线编辑”操控板中的各选项板，可以分别设定曲线的参照平面、点的位置及端点的约束情况，如图 5-45 所示。

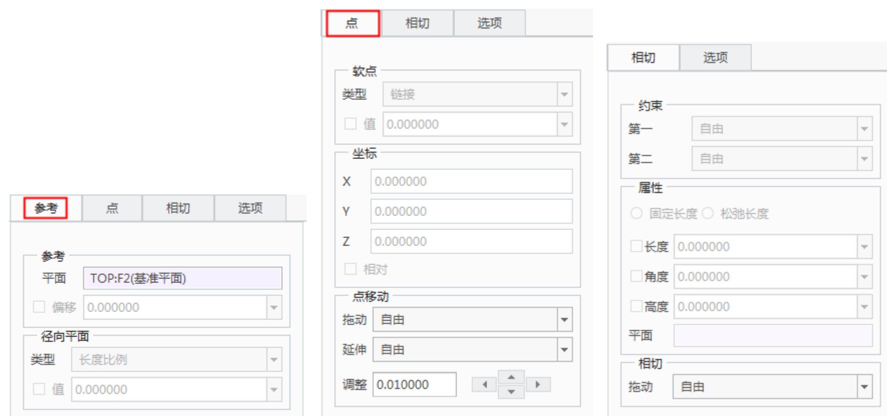


图 5-45　各选项板的设置

另外，利用“造型：曲线编辑”操控板中的选项，选中造型曲线或曲线点并右击，利用弹出的快捷菜单中的相关指令，可以在曲线上增加或删除点，以对曲线进行分割、延伸等编辑操作，也可以完成对两条曲线的组合。

四、偏移、复制和移动曲线

利用偏移、复制和移动命令可以创建曲线的副本对象，这与“模型”选项卡中的偏移、复制和移动功能是相同的。

1. 偏移曲线

利用“偏移”命令，可以创建平面、曲面或空间中的偏移曲线特征。要创建偏移曲线，必须事先创建一条曲线。单击“偏移曲线”按钮 偏移曲线，打开“造型：偏移曲线”操控板，如图 5-46 所示。



图 5-46　“造型：偏移曲线”操控板

造型曲线的偏移有两种方式，一种是同平面的偏移，另一种是法向偏移，如图 5-47 所示。

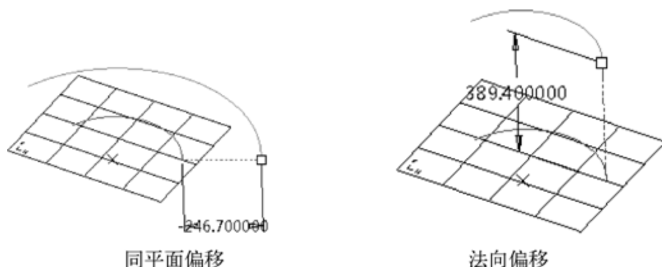


图 5-47　造型曲线的偏移

2. 复制和移动

在造型环境的“样式”选项卡的“曲线”组中单击“复制” 复制、“按比例复制”和“移动”按钮 移动，可以对曲线进行复制和移动。

- “复制” 移动：复制曲线。如果曲线上有软点，复制后系统不会断开曲线上软点的连接，操作时可以在操控板中输入坐标值以精确定位。
- “按比例复制”：复制选定的曲线并按比例缩放。



温馨提示：

创建造型曲线后，往往需要对其进行编辑和修改，才能得到高质量的曲线。造型曲线的编辑主要包括对造型曲线上点的编辑及曲线的延伸、分割、组合、复制和移动，以及删除等操作。在进行这些编辑操作时，应该使用曲线的曲率图随时查看曲线变化，以获得最佳的曲线形状。

- “移动” 移动：移动曲线。如果曲线上有软点，移动后系统不会断开曲线上软点的连接，操作时可以在操控板中输入坐标值以精确定位。

在造型环境的“样式”选项卡的“曲线”组中单击“复制”按钮 复制，打开“造型：复制”操控板，如图 5-48 所示。利用该操控板完成的曲线复制如图 5-49 所示。



图 5-48 “造型：复制”操控板

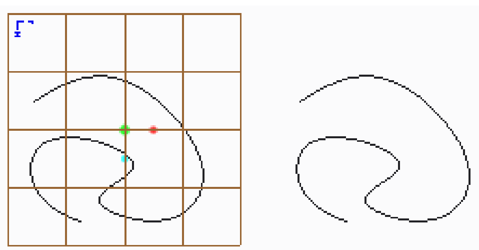


图 5-49　曲线复制

五、曲面

在创建造型曲线后，即可利用这些曲线创建并编辑造型曲面。创建造型曲面的方法主要有边界曲面、放样曲面和混合曲面，其中最为常用的方法是边界曲面。

1．边界曲面

采用边界曲面创建造型曲面的特点是要具有 3 条或 4 条造型曲线，并且这些曲线形成封闭图形。在样式造型环境中，单击“从边界曲线创建曲面”按钮，打开如图 5-50 所示的“造型：曲面”操控板。



图 5-50　“造型：曲面”操控板

选取边界链时，请按住【Ctrl】键依次选取链。创建边界曲面的范例如图 5-51 所示。

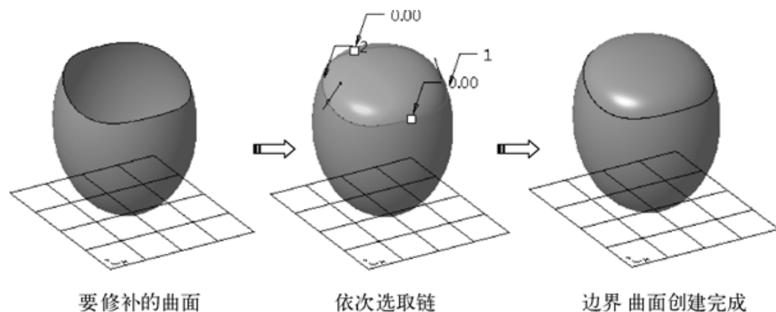


图 5-51　创建边界曲面

2．曲面连接

自由曲面生成之后，可以与其他曲面进行连接。曲面连接与曲线连接类似，都是基于父项和子项的概念。父曲面不改变其形状，而子曲面会改变形状以满足父曲面的连接要求。当曲面具有共同边界时，可设置 5 种连接类型，即几何连接、相切连接、曲率连接、法向连接和拔模连接。

- 几何连接：也称匹配连接，是指曲面共用一个公共边界（共同的坐标点），但是没有沿边界公用的切线或曲率，曲面之间用虚线表示几何连接。
- 相切连接：是指两个曲面具有一个公共边界，两个曲面在沿边界的每个点上彼此相切，即彼此的切线向量同方向。在相切连接的情况下，曲面约束遵循父项和子项的概念。子项曲面的箭头表示相切连接关系。
- 曲率连接：当两个曲面在公共边界上的切线向量方向和大小都相同时，曲面之间成曲率连接。曲率连接由子项曲面的双箭头表示曲率连接关系。
- 法向连接：连接的边界曲线是平面曲线，而所有与该边界相交的曲线的切线都垂直于此边界的平面。从连接边界向外指但不与边界相交的箭头表示法向连接。

- 拔模连接：所有相交边界曲线都具有相对于边界与参照平面或曲面成相同角度的拔模曲线连接。也就是说，拔模曲面连接可以使曲面边界与基准平面或另一曲面成指定角度。从公共边界向外指的虚线箭头表示拔模连接。

在样式造型环境的“样式”选项卡的“曲面”组中单击“曲面连接”按钮，打开“造型：曲面连接”操控板，如图 5-52 所示。



图 5-52 “造型：曲面连接”操控板

连接曲面的过程比较简单：打开“造型：曲面连接”操控板，首先选取要连接的曲面，然后确定连接类型，即可完成曲面连接。

曲面连接的实例如图 5-53 所示。

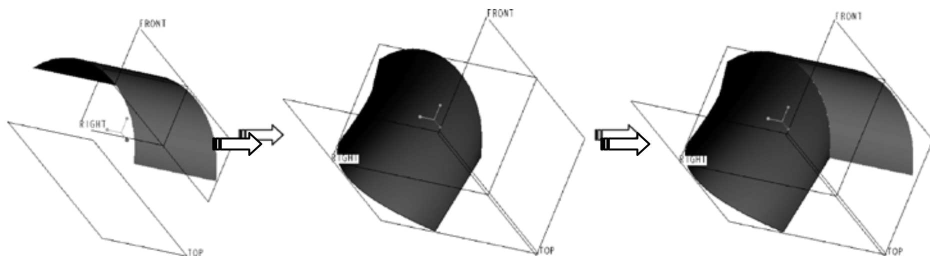


图 5-53 曲面连接

3. 曲面修剪

在造型环境中，可以利用一组曲线来修剪曲面。在造型环境的“样式”选项卡的“曲面”组中单击“曲面修剪”按钮，打开如图 5-54 所示的“造型：曲面修剪”操控板。在该操控板中，选取要修剪的曲面、修剪曲线及保留的曲面部分，即可完成造型曲面的修剪。



图 5-54 “造型：曲面修剪”操控板

曲面修剪的范例如图 5-55 所示。

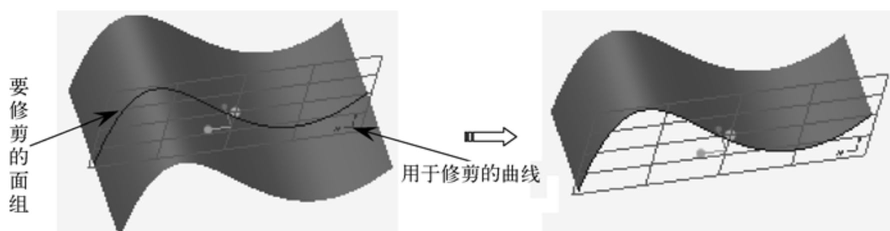


图 5-55 曲面修剪

4. 曲面编辑

在造型环境中，利用造型曲面编辑工具，可以直接操作、编辑一般曲面和高级曲面，并可进行微调，使问题区域变得平滑。

在造型环境的“样式”选项卡的“曲面”组中单击“曲面编辑”按钮，打开“造型：曲面编辑”操控板，如图 5-56 所示。

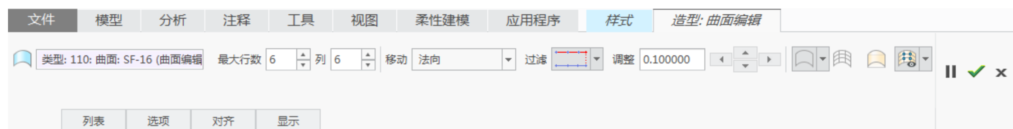


图 5-56 “造型：曲面编辑”操控板

其中主要选项的含义如下。

- ：曲面收集器，用于选取要编辑的曲面。
- 最大行数：设置网格或节点的行数。必须输入一个大于或等于 4 的值。
- 列：设置网格或节点的列数。
- 移动：约束网格点的运动。
- 过滤：约束围绕活动点的选定点的运动。
- 调整：输入一个值来设置移动增量，然后单击、、或按钮以向上、向下、向左或向右轻推点。
- 比较选项：更改显示来比较经过编辑的曲面和原始曲面。

在“造型：曲面编辑”操控板中设置好相关选项及参数后，可以通过用鼠标直接拖动控制点的方式编辑曲面形状，实例如图 5-57 所示。

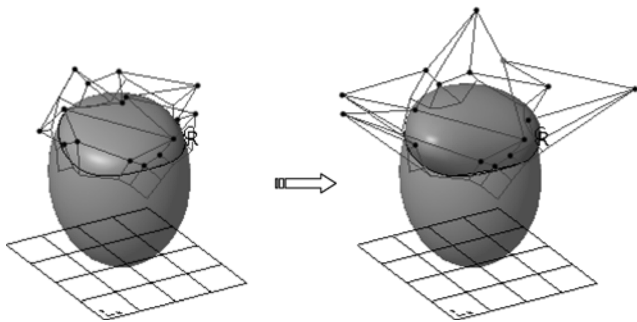


图 5-57　曲面编辑

第 4 节　建模技法详解与训练

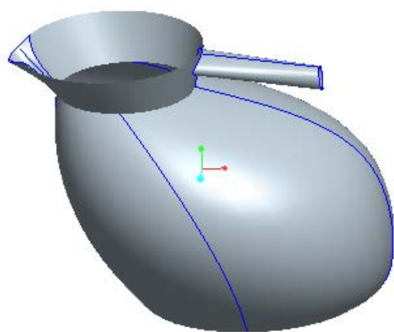
案例 1　咖啡壶曲面造型

 练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\咖啡壶.prt

 演示视频路径：\视频\Ch05\咖啡壶曲面造型设计.avi



建模方法解析


图 5-58　咖啡壶造型

本案例将通过咖啡壶的曲面造型设计来详解其操作过程，图 5-58 所示为咖啡壶造型。由于任务的操作步骤较多，因此将整个任务分解成多个小任务进行。

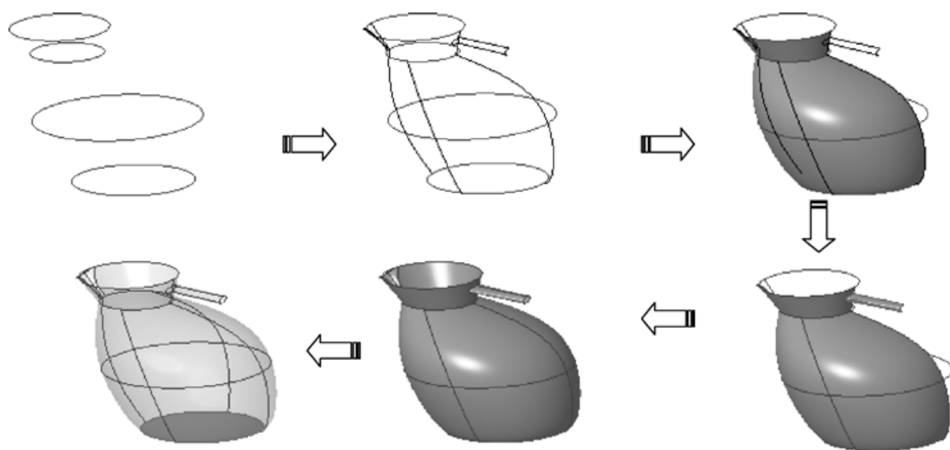
命令关键词： 样式、边界混合、镜像、填充

绘图分析：

1）利用样式造型环境中的曲线功能创建造型曲线。

2）利用样式造型环境中的曲面功能设计壶身、壶嘴和手柄。

3）建模流程的图解如图 5-59 所示。


图 5-59　建模流程图解

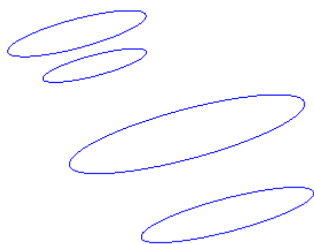
设计步骤：

1. 创建咖啡壶曲线

01 打开本例素材源文件“咖啡壶曲线.prt”，如图 5-60 所示。

02 在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“样式”按钮，打开“样式”选项卡。

03 单击“设置活动平面”按钮，在模型树中选择基准平面 FRONT 作为活动平面，如图 5-61 所示。


图 5-60　打开的线框模型

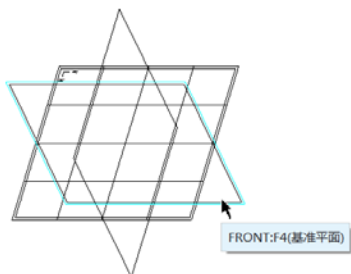


图 5-61　选择活动平面

04 创建平面曲线。

- 在“曲线”组中单击“曲线”按钮，打开“造型：曲线”操控板。
- 单击“创建平面曲线”按钮，按住【Shift】键，依次单击以选取如图 5-62 所示的 3 个点来创建一条平面自由曲线，然后单击“确定”按钮。
- 双击创建的平面自由曲线，或者单击“曲线编辑”按钮，打开“造型：曲线编辑”操控板。按住【Shift】键拖动 3 个点分别约束到原有曲线上，如图 5-63 所示。

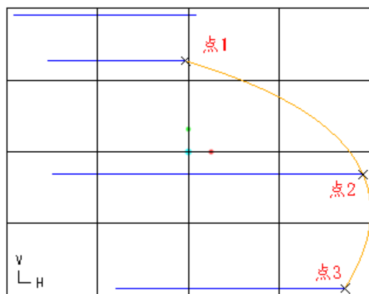


图 5-62　选择 3 个点

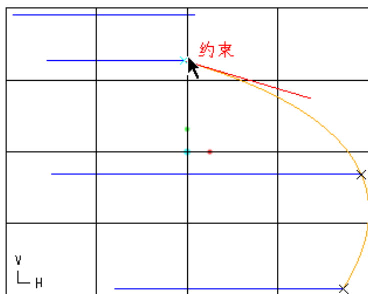


图 5-63　约束点到曲线上

- 选取点 3，然后切换到“相切”选项板。在“约束”选项组的“第一”下拉列表框中选择“水平”选项，在“属性”选项组的“长度”数值框中输入“20”，如图 5-64 所示，单击“确定”按钮。

05 用同样的方法，在基准面 FRONT 上创建另一条平面曲线，如图 5-65 所示。

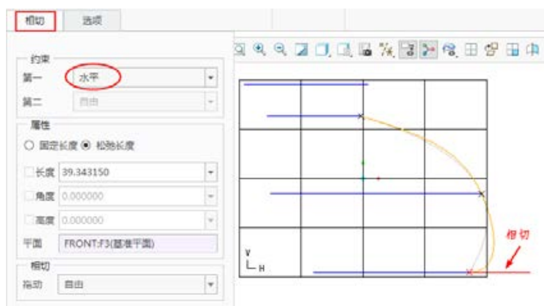


图 5-64　编辑曲线

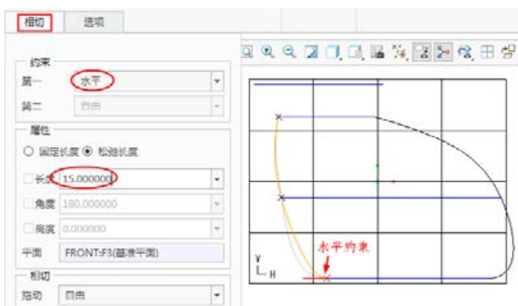


图 5-65　创建另一条平面曲线

06 创建第 3 条曲线（自由曲线）。

- 单击“曲线”按钮，打开“造型：曲线”操控板。
- 单击“创建自由曲线”按钮，按住【Shift】键，分别单击选取如图 5-66 所示的 3 条曲线上的点来创建一条自由曲线，单击“确定”按钮完成创建。
- 选择刚刚创建的曲线，单击“曲线编辑”按钮，打开“造型：曲线编辑”操控板。选择如图 5-67 所示的点。切换到“点”选项板，在“软点”选项组的“类型”下拉列表框中选择“长度比例”选项，在“值”数值框中输入“0.5”，按住【Enter】键确认。
- 选取中间点，在“软点”选项组中设置“类型”为“长度比例”，“值”为“0.5”，按【Enter】键，如图 5-68 所示。

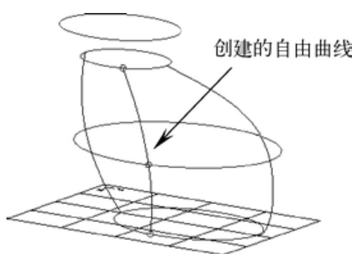


图 5-66　创建自由曲线

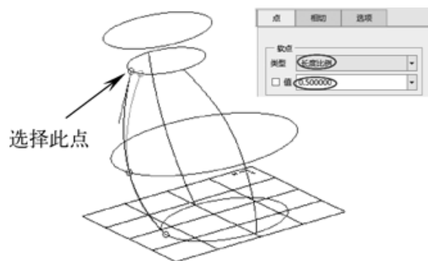


图 5-67　选择曲线上的点并设置参数



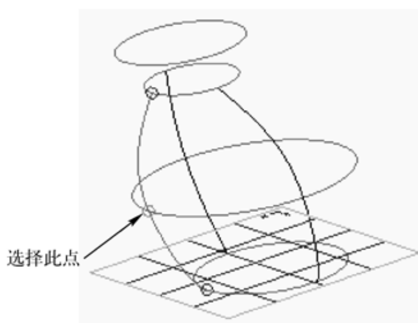


图 5-68　选择中间点设置长度比例

- 选取第 3 点，切换到“相切”选项板，在“约束”选项组的“第一”下拉列表框中选择“水平”选项，在“属性”选项组中选择“松弛长度”单选按钮，设置“长度”为 10。注意相切的方向，切线向外，则输入正值；若在材料内部，则输入负值。最后单击“确定”按钮，如图 5-69 所示。

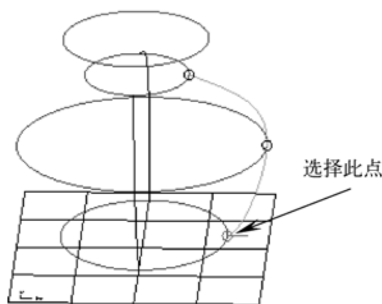




图 5-69　选择第 3 点设置相切

2. 水壶曲面设计

01 创建第 1 个曲面。

- 在“样式”选项卡的“曲面”组中单击“曲面”按钮，打开“造型：曲面”操控板。
- 单击“主曲线”收集器 选取项目，在绘图区按照顺序选择 4 条曲线，如图 5-70 所示。
- 单击“内部曲线”收集器 选择项，按照如图 5-71 所示的顺序选择纵向、横向两条曲线，单击“确定”按钮，创建的自由曲面如图 5-72 所示。

02 设置基准面 FRONT 为活动平面，创建如图 5-73 所示的两条平面自由曲线，自由曲线上的两点分别位于两条曲线上。

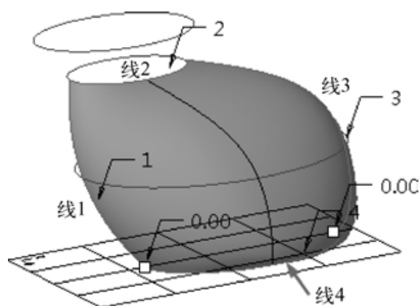


图 5-70　选择主曲线

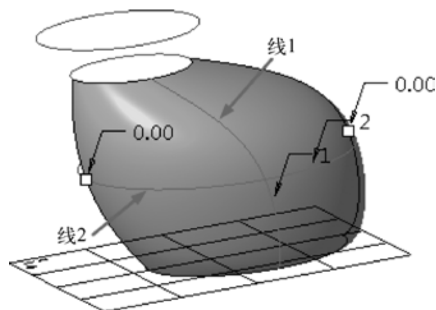
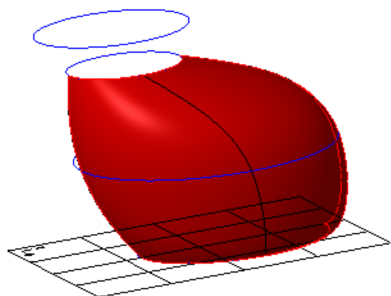


图 5-71　选择内部曲线


图 5-72　创建的自由曲面

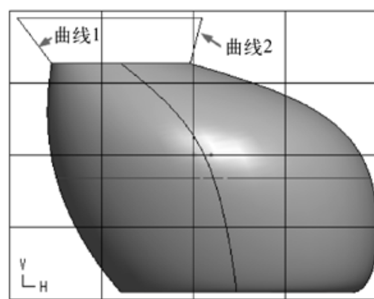


图 5-73　创建的两条平面自由曲线

03 单击“曲面”按钮，打开“造型：曲面”操控板。单击“主曲线”收集器，在绘图区按照顺序选择如图 5-74 所示的 4 条曲线，单击“确定”按钮，创建自由曲面。

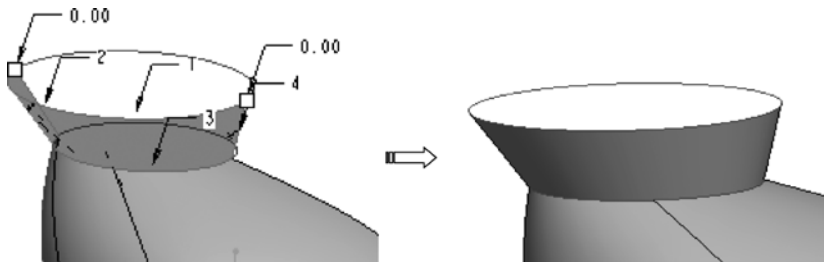


图 5-74　创建的自由曲面

04 以基准面 FRONT 为活动平面，创建如图 5-75 所示的平面自由曲线，曲线上的一点位于自由曲面中的一条曲线上。编辑此自由曲线。选择端点，切换到“点”选项板，设置其坐标，按【Enter】键，然后单击“确定”按钮。

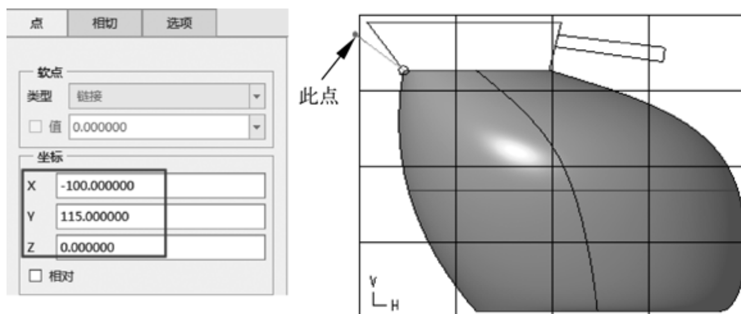


图 5-75　创建平面自由曲线

05 创建曲线。

- 单击“曲线”按钮，打开“造型：曲线”操控板。单击“创建曲面上的曲线”按钮，按住【Shift】键，分别选取两条曲线上的两点，创建一条曲面上的曲线，如图 5-76 所示。
- 选取创建的曲线，单击“曲线编辑”按钮，打开“造型：曲线编辑”操控板。
- 选取如图 5-77 所示的点，切换到“点”选项板，设置“软点”的“长度比例”的“值”为“0.12”。

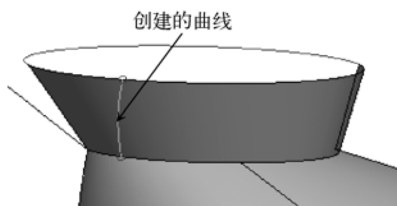


图 5-76 创建的曲面上的曲线

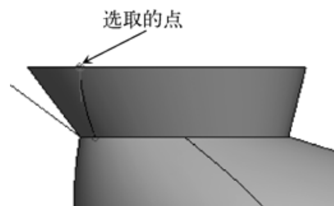


图 5-77 选取的点

- 选取曲线上的另一点，如图 5-78 所示。切换到“点”选项板后，在“软点”选项组中设置“类型”为“长度比例”，“值”为“0.05”。单击“确定”按钮，编辑完成后的曲线如图 5-79 所示。

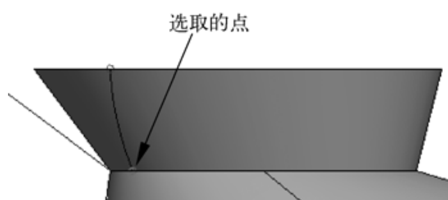


图 5-78 选择曲线上另一点

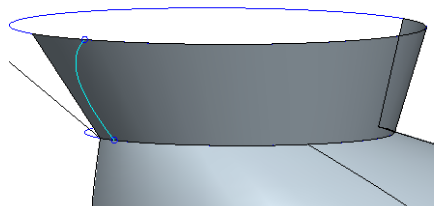


图 5-79 编辑后的曲线

06 创建造型曲线。

- 单击“曲线”按钮，打开“造型：曲线”操控板，单击“创建自由曲线”按钮，按住【Shift】键，选取两条曲线上的两点，创建如图 5-80 所示的自由曲线。
- 双击刚刚创建的自由曲线，打开“造型：曲线编辑”操控板，选择如图 5-81 所示的点。切换到“点”选项板，设置“软点”选项组中的“类型”为“长度比例”，“值”为“0.12”，在“相切”选项板的“约束”选项组的“第一”下拉列表框中选择“相切”选项，选择“松弛长度”单选按钮，设置“长度”为“4”。

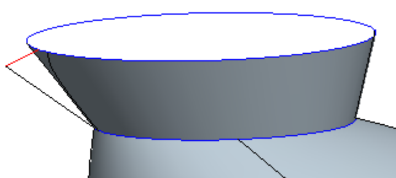


图 5-80 创建的自由曲线



图 5-81 选择点

- 选取另一点，在“约束”选项组的“第一”下拉列表框中选择“法向”选项。然后选择基准面 FRONT，选择“松弛长度”单选按钮，设置“长度”为 5，如图 5-82 所示。单击“确定”按钮，完成编辑。

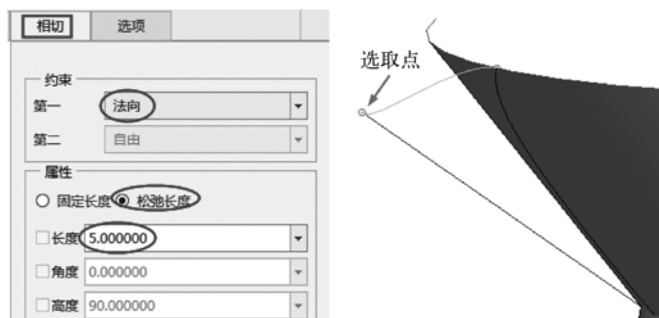


图 5-82　选取点设置约束

07 在“样式”选项卡的“操作”组中单击“全面再生”按钮，然后在“曲面”组中单击“曲面修剪”按钮，打开“造型：曲面修剪”操控板。

- 在操控板中单击“要修剪的面组”收集器，然后选择如图 5-83 所示的自由曲面。单击“修剪面组的曲线”收集器，选取绘制的曲面上的曲线，如图 5-84 所示。

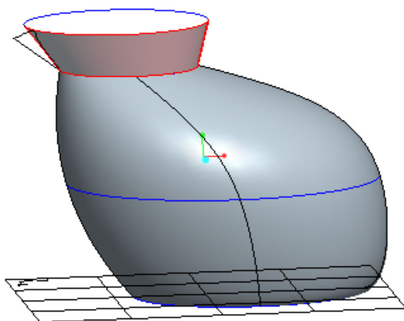


图 5-83　选择要修剪的自由曲面

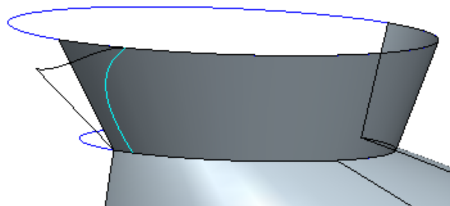


图 5-84　选择修剪曲面的曲线

- 单击“要删除的曲面部分”收集器，选择如图 5-85 所示的曲面的一部分。
- 在操控板中单击“确定”按钮，修剪后的曲面如图 5-86 所示。

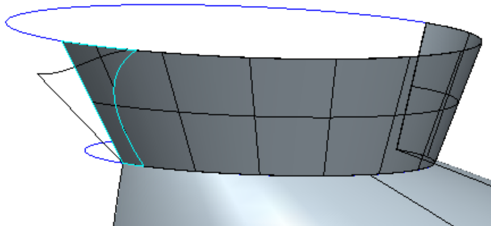


图 5-85　选择要删除的曲面部分

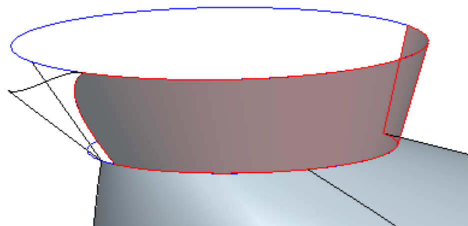


图 5-86　修剪后的曲面

- 在“曲面”组中单击“曲面”按钮，打开“造型：曲面”操控板。按住【Ctrl】键，在模型中按照顺序选取如图 5-87 所示的 4 条曲线作为主曲线，单击“确定”按钮，创建自由曲面。

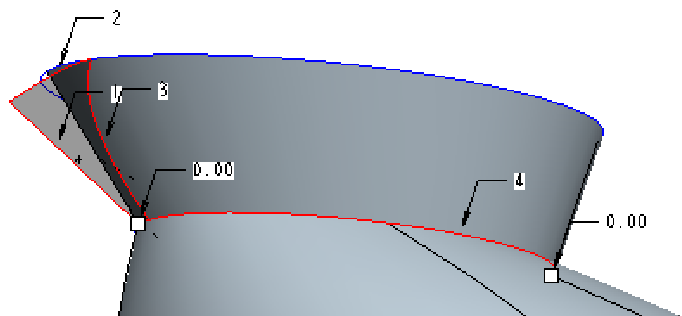


图 5-87　选择自由曲面上的曲线

08 单击“曲面连接”按钮，打开“造型：曲面连接”操控板。

- 单击“要连接的曲面”收集器，在模型中选择如图 5-88 所示的两个曲面。
- 右击如图 5-89 所示的箭头，在弹出的快捷菜单中选择“曲率”命令，在弹出的如图 5-90 所示的“确认”对话框中单击“是”按钮。

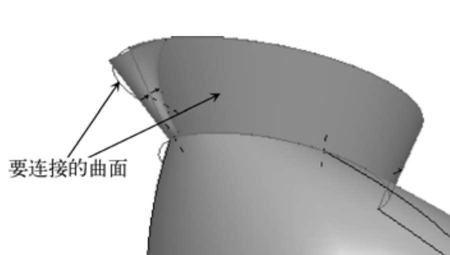


图 5-88　选择要连接的两个曲面

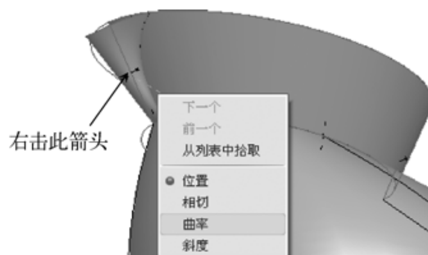


图 5-89　右击箭头

- 单击操控板中的“确定”按钮，创建的连接曲面如图 5-91 所示。

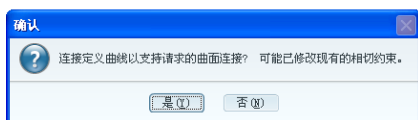


图 5-90　“确认”对话框

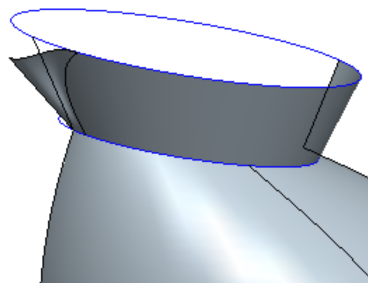


图 5-91　创建的连接曲面

3. 水壶手柄曲面设计

01 以基准面 FRONT 为活动平面，单击“曲线”按钮，打开“造型：曲线】操控板，单击“创建平面曲线”按钮，创建一条如图 5-92 所示的平面自由曲线，该曲线上的一点位于自由曲面的一条曲线上。

02 用同样的方法创建另一条平面自由曲线，如图 5-93 所示。

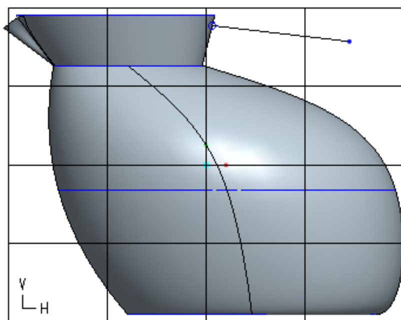


图 5-92　创建的平面自由曲线

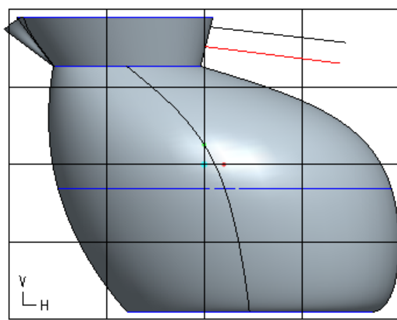


图 5-93　创建的另一条平面自由曲线

03 在曲面上创建如图 5-94 所示的曲线，曲线上的两个端点分别位于上面创建的两条自由曲线上。

- 双击创建的曲线，打开“造型：曲线编辑”操控板，选取如图 5-95 所示的点。切换到“相切”选项板，在“约束”选项组的“第一”下列列表框中选择“法向”选项，选择基准面 FRONT 作为参考平面，选择“松弛长度”单选按钮，设置“长度”为“8”，如图 5-96 所示，按【Enter】键确认。
- 按照同样的方式设置另一点的约束，完成后的自由曲线如图 5-97 所示。

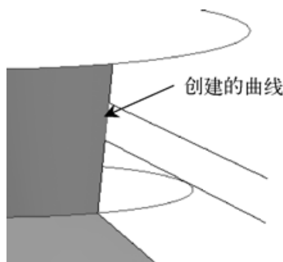


图 5-94　创建的曲面上的曲线

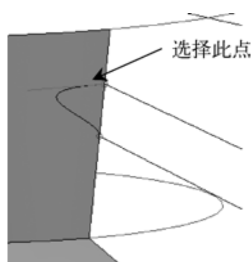


图 5-95　选择曲线上的点

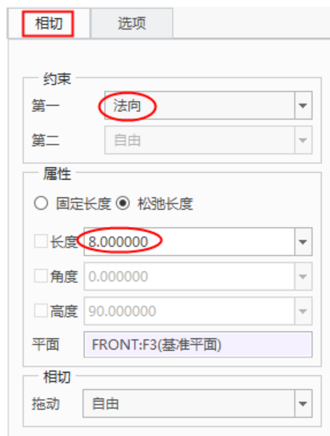


图 5-96　编辑选定点的约束

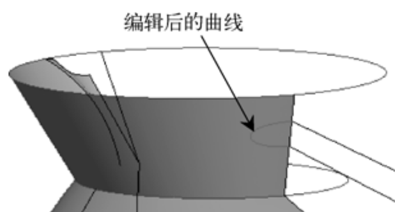


图 5-97　编辑后的曲线

04 创建如图 5-98 所示的自由曲线，然后设置两个端点的约束，如图 5-99 所示。完成后的自由曲线如图 5-100 所示。

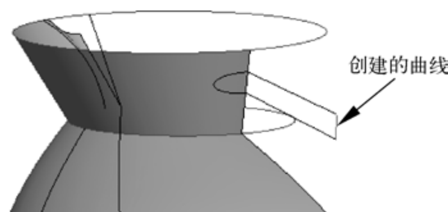


图 5-98　创建的自由曲线



图 5-99　设置端点的约束

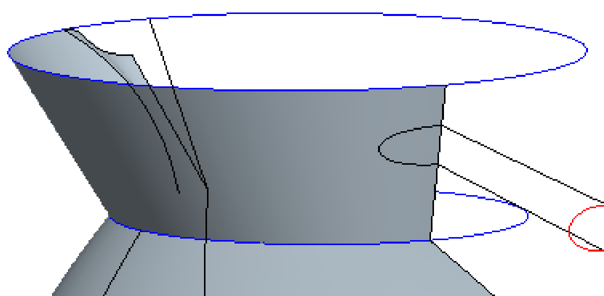


图 5-100　编辑后的曲线

05 最后单击“样式”选项卡中的“完成”按钮✓，退出造型界面。

06 在“模型”选项卡的“曲面”组中单击“边界混合”按钮，打开“边界混合”操控板。

- 单击“第一方向链”收集器，按住【Ctrl】键在模型中选择如图 5-101 所示的两条曲线。
- 在操控板中单击“第二方向链”收集器，按住【Ctrl】键选择如图 5-102 所示的两条曲线。

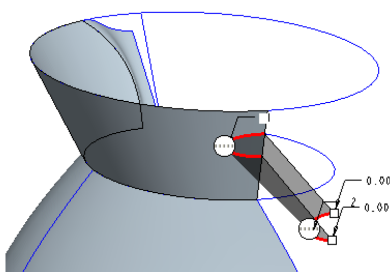


图 5-101　选择第一方向曲线链

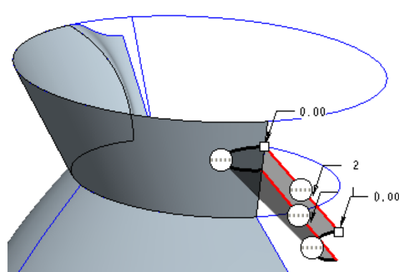


图 5-102　选择第二方向曲线链

- 单击“应用”按钮✓，创建的边界混合曲面如图 5-103 所示。

07 在模型树中按住【Ctrl】键，选择类型 1 和边界混合 1 特征，单击“编辑”组中的“镜像”按钮，然后选择基准面 FRONT 作为镜像平面，创建的镜像曲面如图 5-104 所示。

08 在模型的底部选择草绘曲线，然后在“曲面”组中单击“填充”按钮，创建如图 5-105 所示的填充曲面。

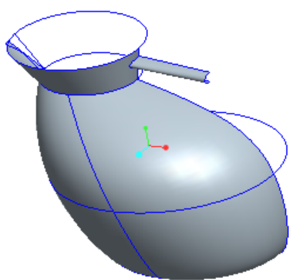


图 5-103　创建的边界混合曲面

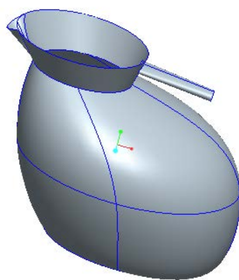


图 5-104　创建的镜像曲面

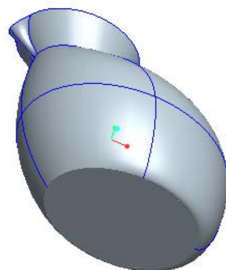


图 5-105　创建的填充曲面

09 至此，完成了咖啡壶曲面的造型设计。

案例 2 螺纹花型瓶造型

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\螺纹花型瓶.prt
演示视频路径：\视频\Ch05\螺纹花型瓶造型设计.avi

建模方法解析

本例中的螺纹花型瓶主要利用了可变截面扫描工具进行奇异的扭曲造型设计，结果如图 5-106 所示。

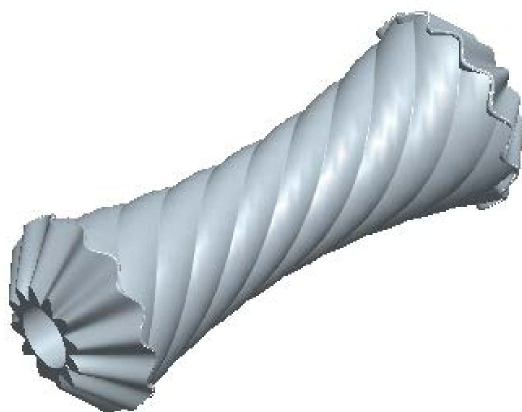


图 5-106　螺纹花型瓶

命令关键词：扫描、镜像、修剪、实体化、倒圆角、拉伸、实体化、旋转

绘图分析：

1）利用扫描曲面工具创建主体。

2）创建过程中有些参数使用了关系式，可以做出复杂的造型。

3）建模流程的图解如图 5-107 所示。

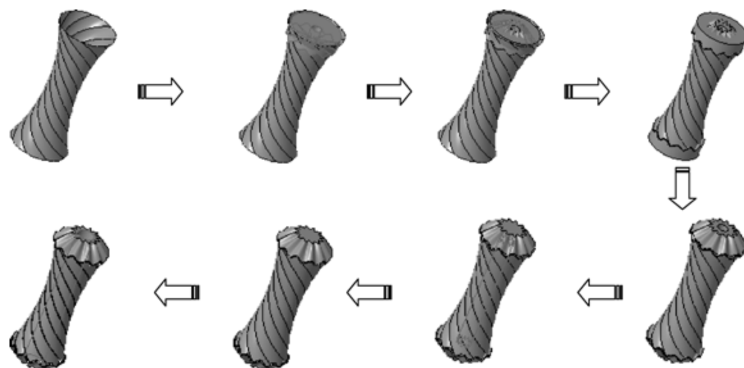


图 5-107　建模流程图解

设计步骤：

01 新建一个名为“螺纹花型瓶”的零件文件。

02 利用“草绘”工具，在 FRONT 基准平面上创建如图 5-108 所示的曲线。

03 单击“扫描”按钮，打开“扫描”操控板。然后按住【Ctrl】键选择原点轨迹和两条链，如图 5-109 得到。

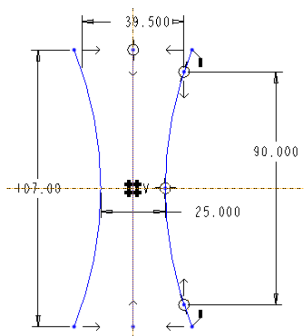


图 5-108　绘制曲线

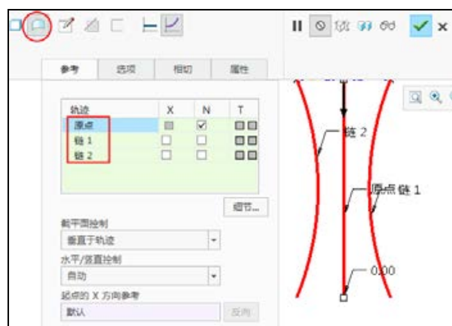


图 5-109　选择扫描轨迹

- 在操控板中单击“创建或编辑扫描剖面”按钮，进入草绘模式，绘制如图 5-110 所示的截面。

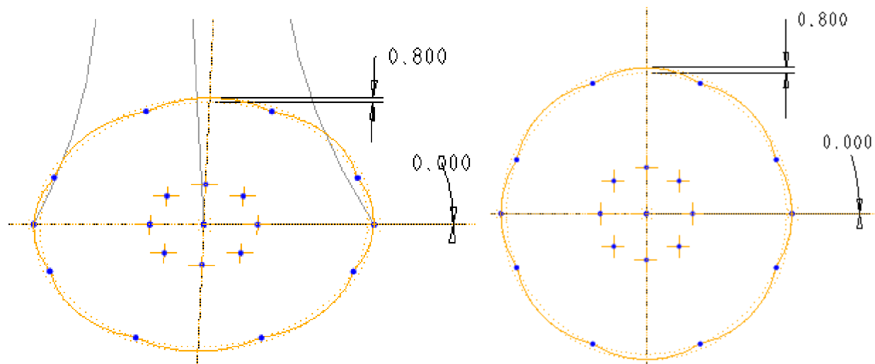


图 5-110　绘制草图

- 在草绘模式中，在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关

系”窗口，然后将尺寸 sd31 添加关系式设置为尺寸驱动，如图 5-111 所示。

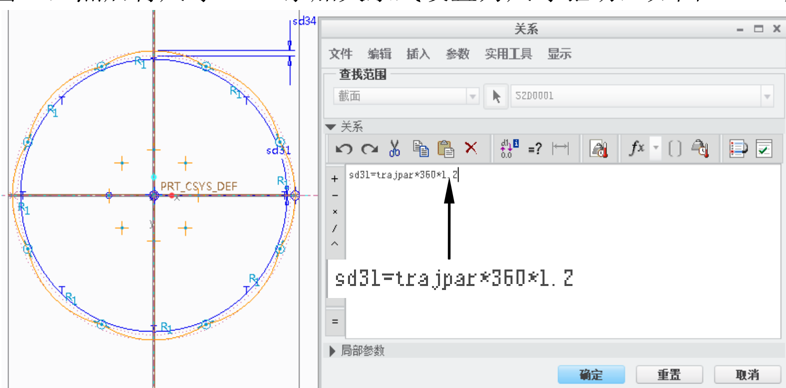


图 5-111　添加关系式

● 完成后退出草绘模式。单击“应用”按钮，完成可变扫描截面曲面的创建，如图 5-112 所示。

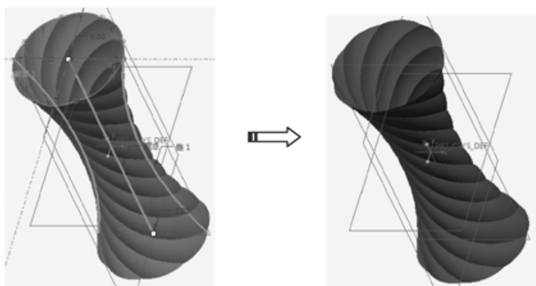


图 5-112　创建可变截面扫描曲面

04 利用“草绘”工具，在 TOP 基准平面上绘制如图 5-113 所示的曲线。

05 利用“平面”工具，新建基准平面 DTM1，如图 5-114 所示。

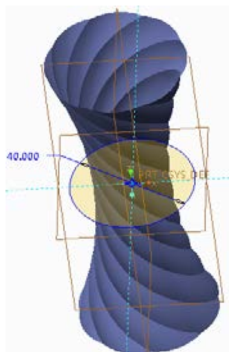


图 5-113　绘制曲线

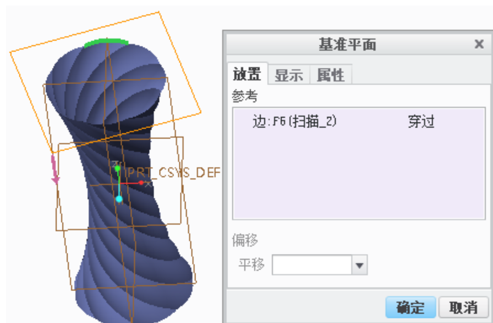


图 5-114　新建基准平面

06 在此新建的基准平面上，利用“草绘”工具绘制如图 5-115 所示的曲线。

07 单击“扫描”按钮扫描，打开“扫描”操控板，单击“允许截面根据参数化参考或沿扫描的关系进行变化”按钮，选择原点轨迹，如图 5-116 所示。

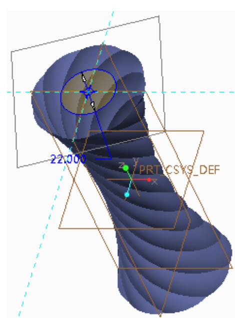


图 5-115　绘制曲线



图 5-116　选择原点轨迹

- 在操控板中单击“创建或编辑扫描剖面”按钮，进入草绘模式，绘制如图 5-117 所示的截面。
- 在草绘模式中，在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮d= 关系，打开“关系”窗口，然后将尺寸 sd6 添加关系式设置为尺寸驱动，如图 5-118 所示。

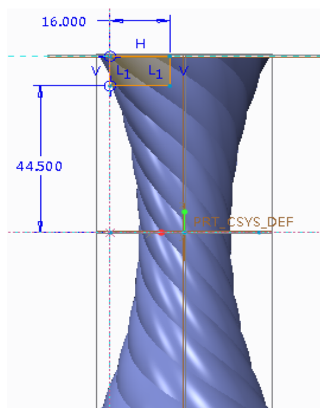


图 5-117　绘制草图

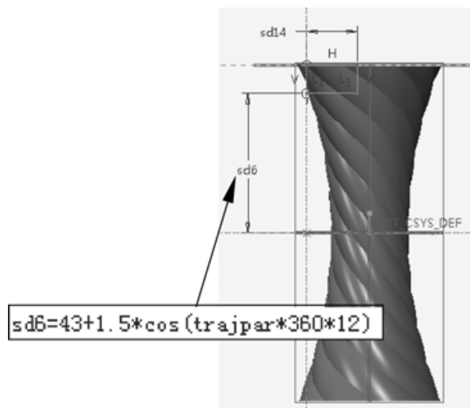


图 5-118　添加关系式

- 完成后退出草绘模式。单击“应用”按钮，完成可变扫描截面曲面的创建，如图 5-119 所示。

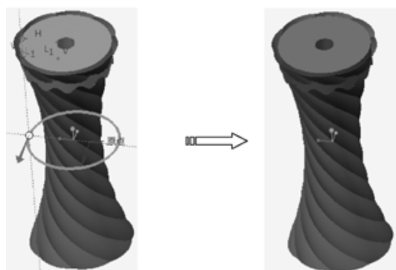


图 5-119　创建可变截面扫描曲面

08 单击“扫描”按钮扫描，打开“扫描”操控板，单击“允许截面根据参数化参考或沿扫描的关系进行变化”按钮，选择原点轨迹和链，如图 5-120 所示。

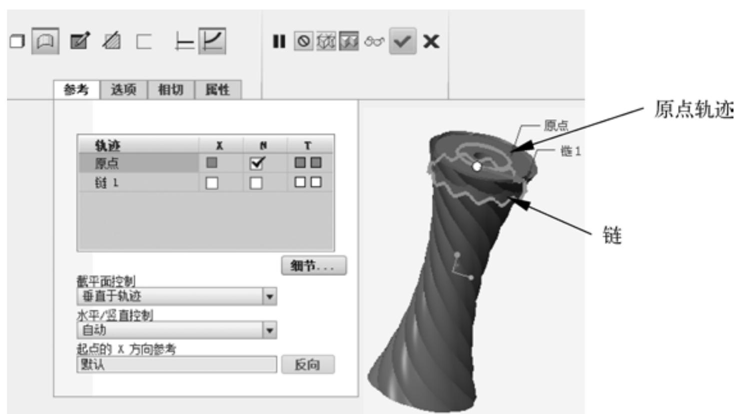


图 5-120　选择原点轨迹和链



技巧点拨：

选取链时必须按住【Shift】键。

- 在操控板中单击“创建或编辑扫描剖面”按钮，进入草绘模式，绘制如图 5-121 所示的截面。

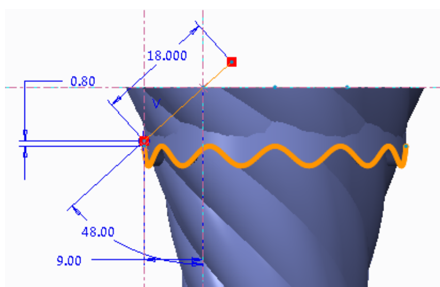


图 5-121　绘制草图

- 完成后退出草绘模式。单击“应用”按钮，完成可变扫描截面曲面的创建，如图 5-122 所示。

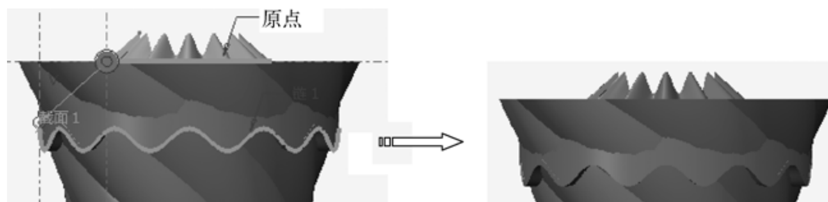
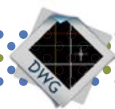


图 5-122　创建可变截面扫描曲面

09 单击“编辑”组中的“镜像”按钮镜像，将两个可变截面扫描的曲面镜像至 TOP 基准平面的另一侧，如图 5-123 所示。

10 选中第 1 个可变截面曲面，然后在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“修剪”按钮修剪，再选择第 3 个可变截面曲面进行修剪，结果如图 5-124 所示。



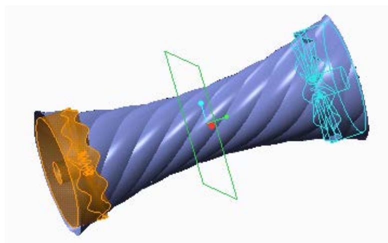


图 5-123　镜像曲面

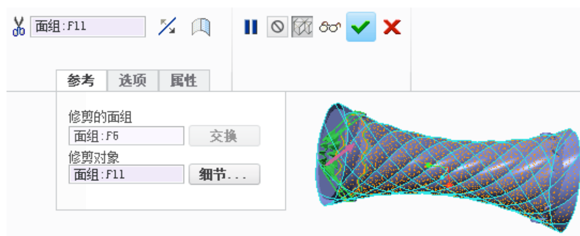


图 5-124　修剪曲面

11 同理，修剪另一侧的曲面。选中第 2 个可变截面曲面进行实体化，同理将另一侧的镜像曲面也进行实体化。

12 再利用实体化工具来修剪前一个实体化后的特征。选中如图 5-125 所示的第 3 个可变截面曲面，然后在“模型”选项卡的“编辑”组中单击“实体化”按钮 实体化，打开操控板。单击“移除面组内侧或外侧的材料”按钮，再单击“应用”按钮，完成实体化修剪。

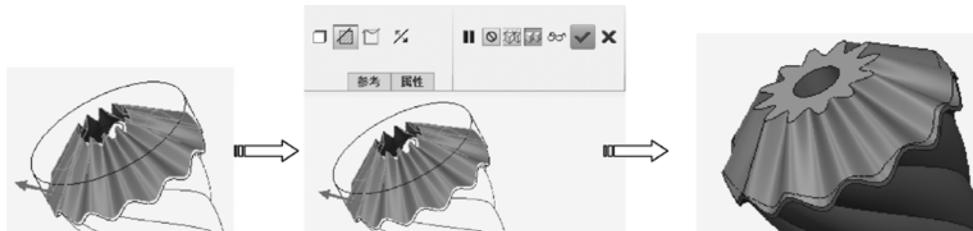


图 5-125　实体化修剪

13 同理，完成另一侧的实体化修剪操作。

14 利用“倒圆角”工具 倒圆角，将实体化修剪的特征创建圆角。打开“倒圆角”操控板后，按如图 5-126 所示的方法旋转要倒圆角的边。

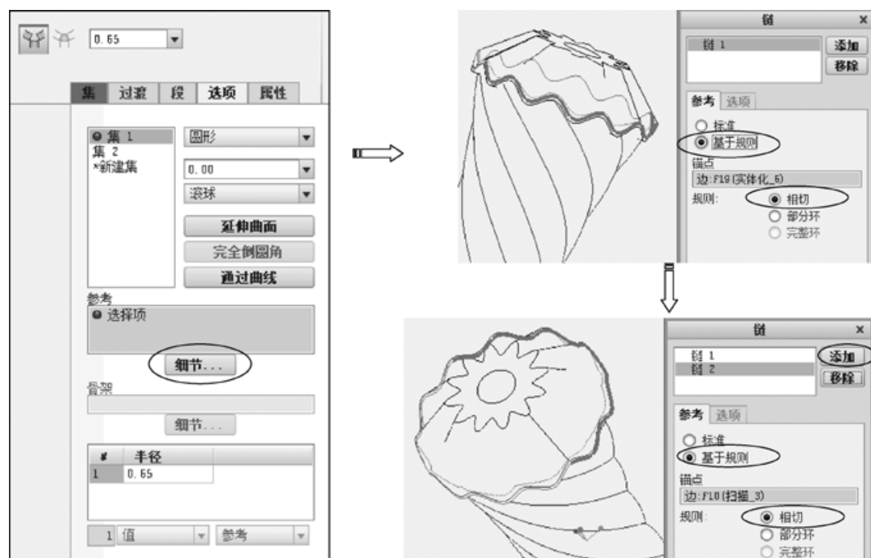


图 5-126　选取集 1 的边链



技巧点拨：

如果不按照上面介绍的步骤选取倒圆角的边，将不能使用“完全倒圆角”功能。对于厚度较小的特征，只能利用“完全倒圆角”功能才能使其没有尖角面。

- 同样，关闭“链”对话框后，在“集”选项板中单击“新建集”选项，然后再按图 5-126 中的步骤来选取（镜像特征中）集 2 的边链。
- 选取集 2 的边链后，单击“完全倒圆角”按钮，再单击操控板中的“应用”按钮，完成倒圆角操作，如图 5-127 所示。

15 利用“拉伸”工具，选择草图平面后进入草绘模式，绘制如图 5-128 所示的截面。

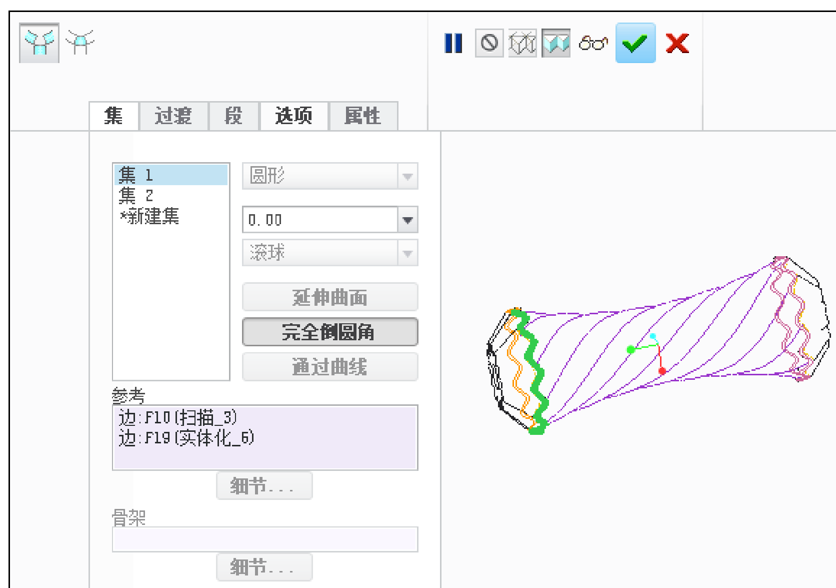


图 5-127　完成倒圆角操作

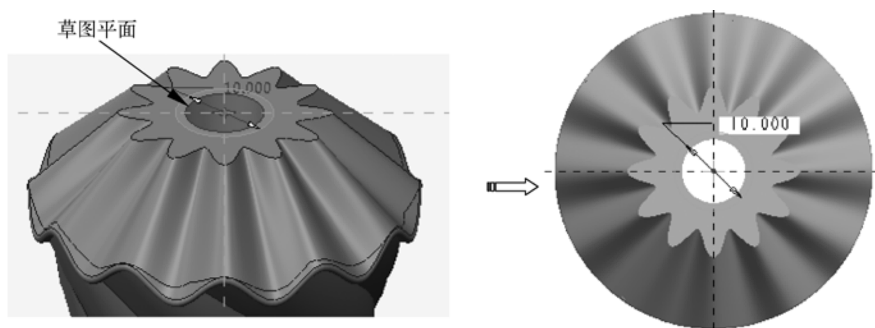


图 5-128　绘制草图

16 完成草图绘制后，在“拉伸”操控板中设置拉伸深度类型，再单击“应用”按钮，完成拉伸特征的创建。如图 5-129 所示。

17 选中第 1 个可变截面曲面，然后将其实体化，转换成实体，如图 5-130 所示。



图 5-129　设置深度类型创建拉伸特征

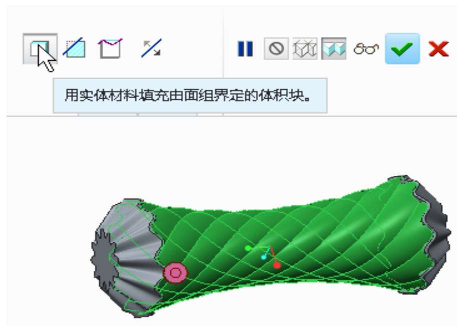


图 5-130　曲面实体化

18 利用“倒圆角”工具 倒圆角，对步骤 17 中创建的实体化特征（扭曲的尖角）进行圆角处理，结果如图 5-131 所示。

19 最后利用“旋转”工具 旋转，旋转 FRONT 基准平面为草图平面，绘制旋转截面，并完成旋转切除材料特征，如图 5-132 所示。

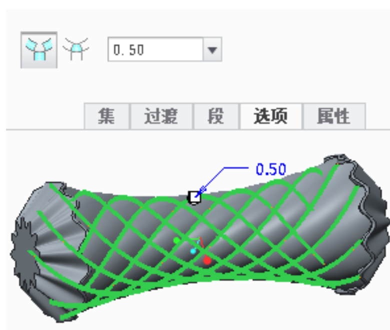


图 5-131　倒圆角

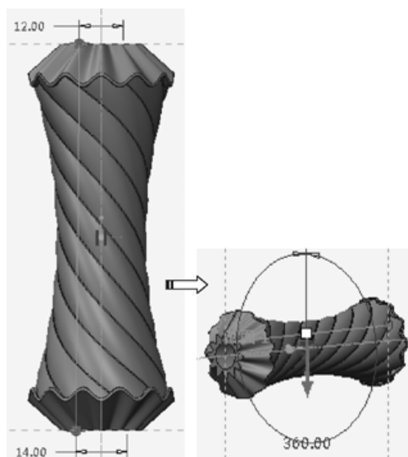


图 5-132　创建旋转移除材料特征

20 至此，完成了螺纹花型瓶的造型设计，最后将结果保存即可。

案例 3　水果拼盘

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch05\水果拼盘.prt

演示视频路径：\视频\Ch05\水果拼盘造型设计.avi

建模方法解析

本例运用了多种创建曲面的方法，同时还运用了关系式，为下一章的参数化建模打下基础。本例的水果拼盘造型如图 5-133 所示。

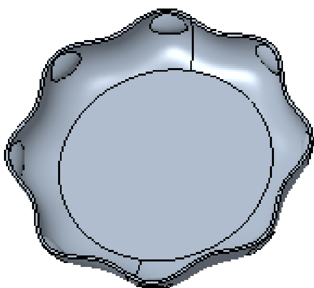


图 5-133　水果拼盘

命令关键词： 草绘、扫描、填充、阵列、曲面、合并、加厚

绘图分析：

1）建模时应注意：控制可变截面扫描参照、为尺寸添加关系式。

2）创建混合扫描，使用尺寸参照驱动阵列。

3）基本建模过程如图 5-134 所示。

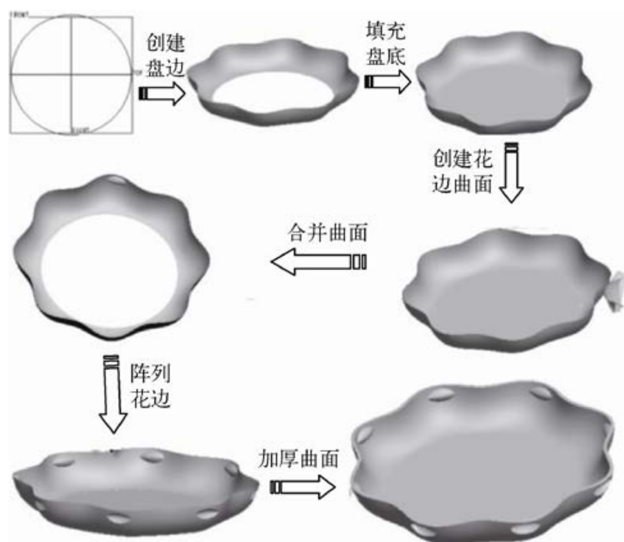


图 5-134　建模流程图解

设计步骤：

1. 建盘沿曲面

01 新建一个名为“水果拼盘”的零件文件。

02 单击“草绘”按钮，打开“草绘”操控板，选择基准平面 FRONT 作为草绘平面，保持其他默认的参照设置。进入二维草绘模式。使用“圆心和点”工具绘制一个直径为 100 的轨迹圆，并创建如图 5-135 所示的曲线。

03 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“扫描”按钮，打开“扫描”操控板。

- 单击“允许截面根据参数化参考或沿扫描的关系进行变化”按钮，选择基准曲线作为轨迹线并将其添加到“参照”选项板中，如图 5-136 所示。

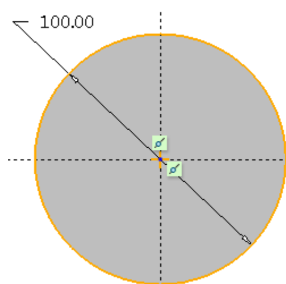


图 5-135　新建基准曲线

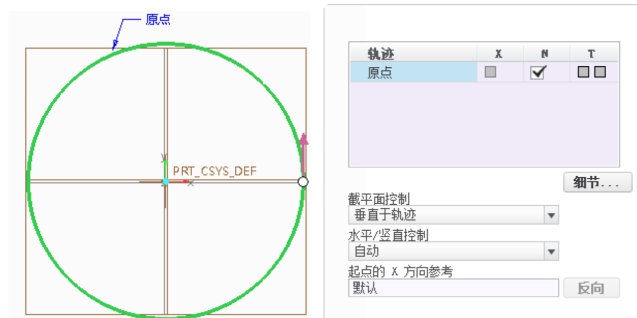


图 5-136　选择轨迹添加到“参照”选项板中

- 单击“创建或编辑扫描剖面”按钮，绘制如图 5-137 所示的扫描截面，注意在图中标记的地方添加约束条件。
- 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关系”窗口，为如图 5-138 所示的尺寸 sd5 添加关系式，如图 5-139 所示。

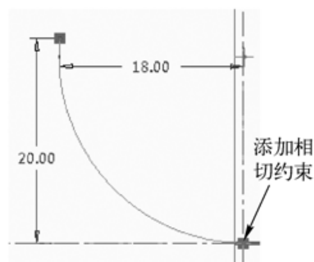


图 5-137　绘制扫描截面

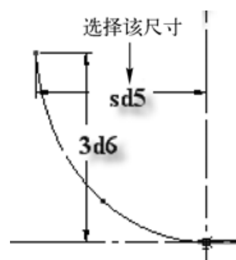


图 5-138　选择尺寸

- 预览设计效果，确认后生成的结果如图 5-140 所示。

04 单击“填充”按钮，打开“填充”操控板。选择前面创建的圆形基准曲线作为填充区域的边界，创建的填充曲面如图 5-141 所示。

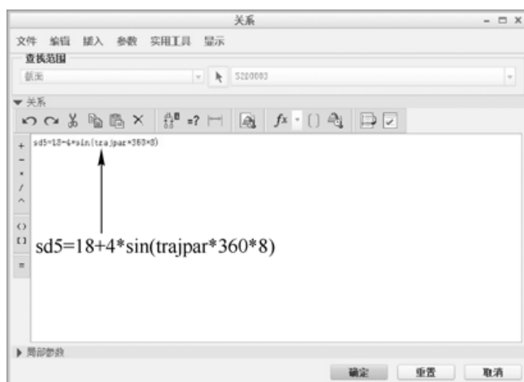


图 5-139　添加关系式

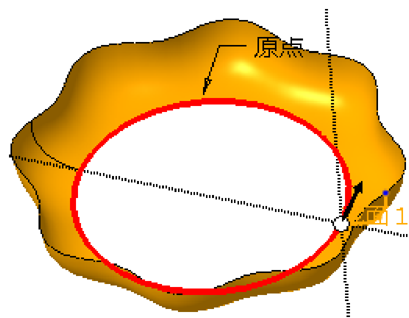


图 5-140　生成的扫描曲面结果

2. 使用扫描混合方法创建曲面

01 在“基准”组中单击“轴”按钮，弹出“基准轴”对话框。按照如图 5-142 所示设置参数，创建经过两条基准平面交线的基准轴线。

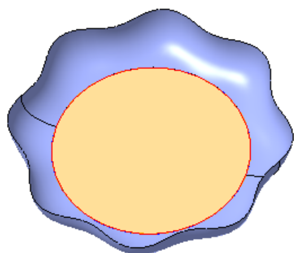


图 5-141　创建的填充曲面

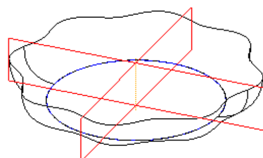




图 5-142　创建基准轴

02 单击“平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。选择 TOP 平面和 A_1 轴作为参照，按照如图 5-143 所示设置参数，新建基准平面 DTM1。

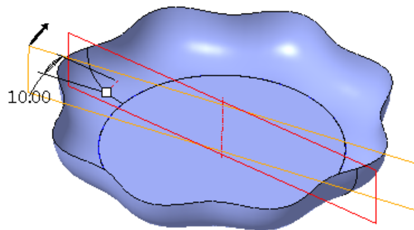




图 5-143　新建基准平面 DTM1

03 单击“草绘”按钮，打开“草绘”操控板。选择基准平面 DTM1 作为草绘平面，按照默认方式放置草绘平面后进入二维模式，绘制如图 5-144 所示的扫描轨迹线。

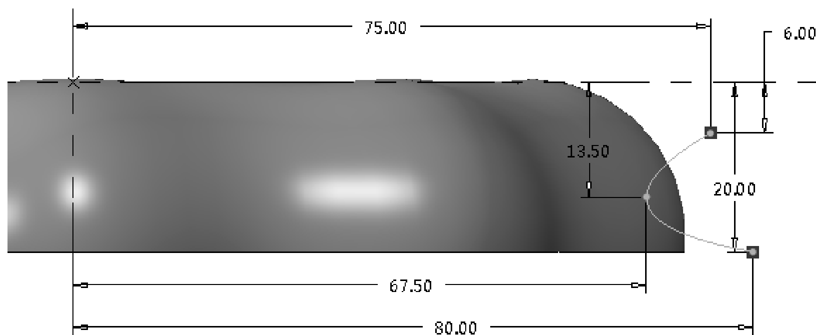


图 5-144　绘制扫描轨迹线

04 在“形状”组中单击“扫描混合”按钮 扫描混合，打开“扫描混合”操控板。

● 单击操控板中的“创建曲面”按钮吗，然后选择步骤 03 中绘制的曲线作为扫描轨迹线。
● 在“选项”选项板中取消选择“封闭端点”复选框，如图 5-145 所示。
● 如图 5-146 所示，系统用“⌖”标记轨迹上的 3 个控制点。



图 5-145　选择选项

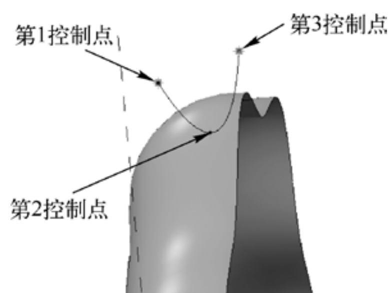


图 5-146　标记轨迹上的 3 个控制点

● 选择第 1 控制点作为开始截面的位置参考，并输入截面的旋转角度 0.00。单击“草绘”按钮进入草绘模式，使用“样条”工具绘制如图 5-147 所示的截面 1。
● 选择第 3 控制点作为结束截面的位置参考，并单击“草绘”按钮进入草绘模式。然后绘制如图 5-148 所示的截面 2。

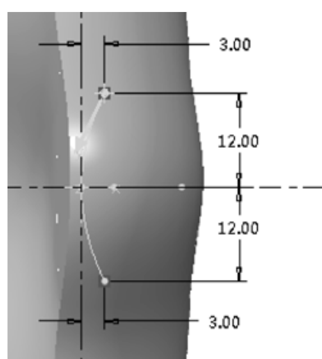


图 5-147　绘制截面 1

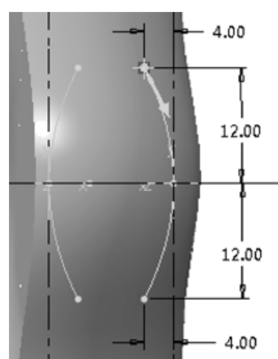


图 5-148　绘制截面 2

● 单击“应用”按钮，创建扫描混合曲面特征，如图 5-149 所示。

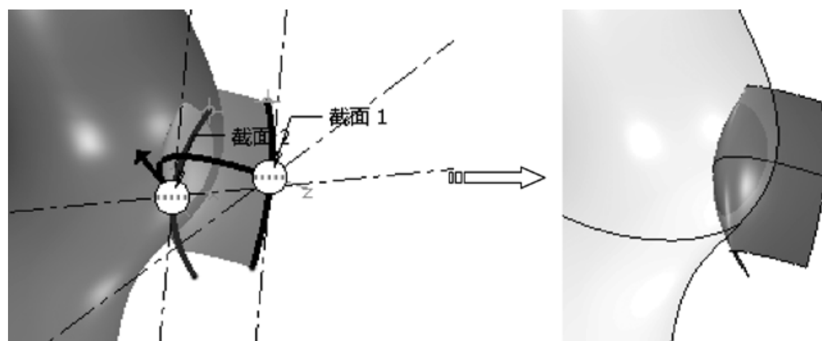


图 5-149　创建扫描混合曲面特征

3. 阵列曲面特征

01 如图 5-150 所示，选择上一步创建的扫描混合曲面特征，然后单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板。

- 设置阵列方式为“轴”，然后选择如图 5-151 所示的轴 A_1 作为阵列参照。



图 5-150　选择曲面

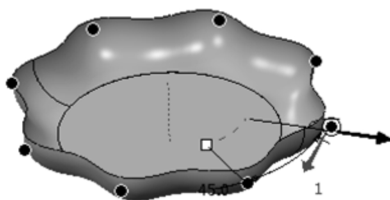


图 5-151　设置阵列参照

- 按照如图 5-152 所示设置阵列参数，系统会用黑点表示放置每个阵列特征的位置。



图 5-152　设置阵列参数

- 设计结果如图 5-153 所示。

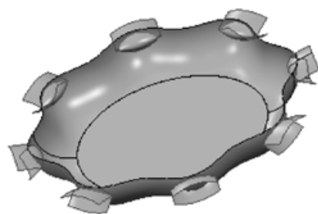


图 5-153　设计结果

4. 合并曲面特征

01 按住【Ctrl】键，选择盘沿曲面和前面创建的混合扫描曲面特征，如图 5-154 所示。然后单击“合并”按钮，打开“合并”操控板。

- 通过单击其中的两个按钮调整曲面上箭头的指向。
- 单击“应用”按钮，合并后的曲面如图 5-155 所示。



技巧点拨：

箭头指向为曲面合并时保留的一侧。

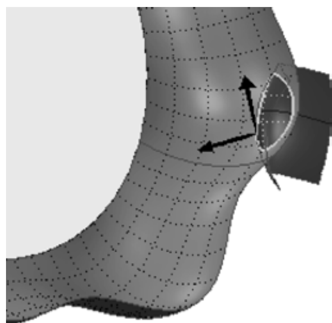


图 5-154　选择需要保留的曲面

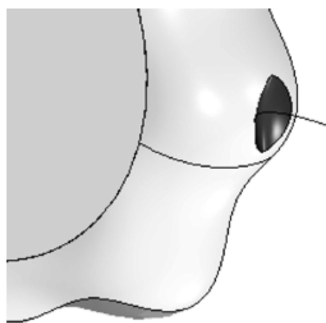


图 5-155　合并后的曲面

- 重复上述合并操作，依次选择阵列后的每一个曲面与前面合并后的曲面再次进行合并。

● 再次将前面合并的曲面和盘底合并，合并曲面的结果如图 5-156 所示。

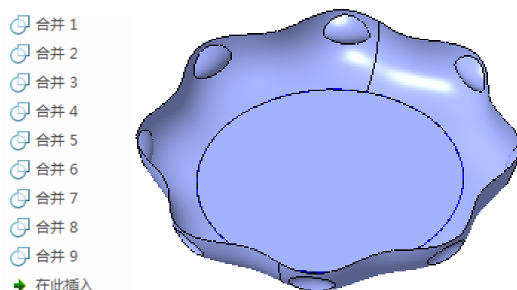


图 5-156　将前面合并的曲面和盘底合并

02 为加厚盘壁，选择合并后的曲面。单击“加厚”按钮 加厚，打开“加厚”操控板。

03 按照如图 5-157 所示设置加厚厚度，将曲面加厚成实体，最终结果如图 5-158 所示。

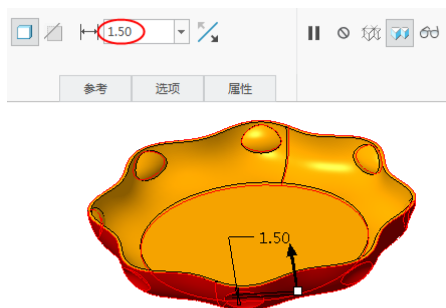


图 5-157　设置加厚厚度

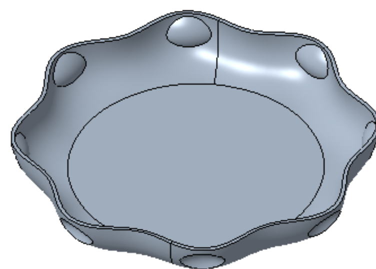


图 5-158　最终设计结果

第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

本节主要以“曲面造型”为前提，去各大论坛寻找网友的求助问题，以帮助他们解决一些建模问题。

精华帖 1：如何在这种曲面上做出正六边形的皮纹？



问题描述

其实这个皮纹的造型思路跟前面 “香水瓶”造型的思路是类似的。采用了由曲面阵列→骨架折弯的方法。由于网友仅仅提供了图片，没有参数可寻，所以这里将按笔者自己的尺寸完成建模。

操作演示

01 新建一个零件文件。

02 首先创建拉伸特征。注意，这里创建实体特征，与创建曲面的方法是完全相同。

- 在 FRONT 平面中绘制如图 5-159 所示的曲线。
- 创建拉伸深度为 2 的拉伸特征，如图 5-160 所示

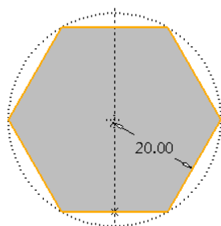


图 5-159　绘制草图

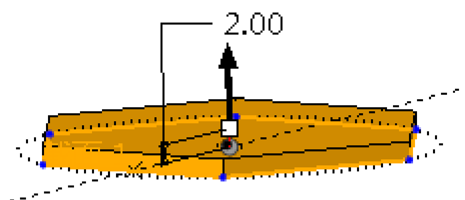


图 5-160　创建拉伸 1

- 再创建一个拉伸特征，在 TOP 平面中绘制如图 5-161 所示的草图曲线。创建拉伸深度为-1 的特征，如图 5-162 所示。

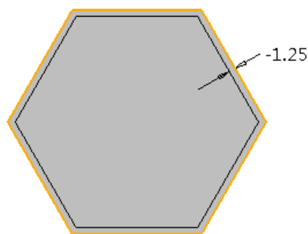


图 5-161　绘制草图

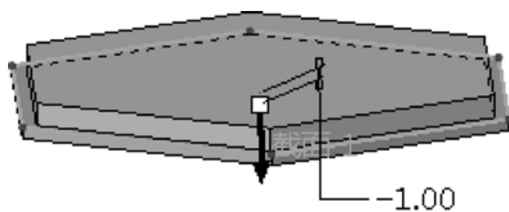


图 5-162　创建拉伸 2

03 创建阵列。

- 首先利用“草绘”工具，在 FRONT 平面上绘制两条曲线，如图 5-163 所示。
- 在图形区按住【Ctrl】键选取两个拉伸特征，再单击“几何阵列”按钮，选择斜线作为阵列方向，创建几何阵列，如图 5-164 所示。

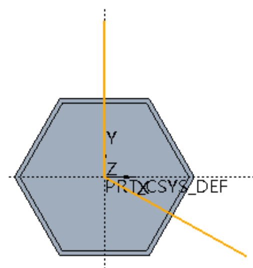


图 5-163　绘制曲线

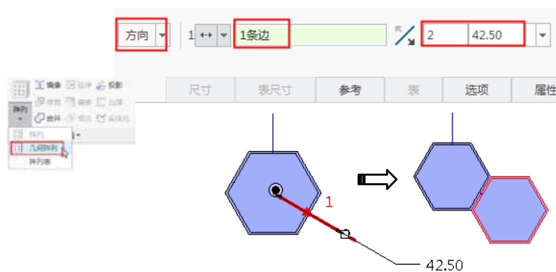


图 5-164　创建几何阵列

- 按住【Ctrl】键选取图形区中的所有特征，再进行几何阵列，如图 5-165 所示。

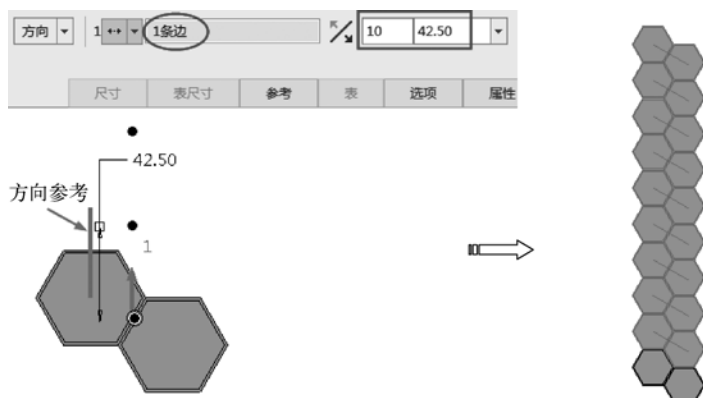


图 5-165　再次创建几何阵列

- 在图形区中选取所有的拉伸特征，再进行几何阵列。阵列前请使用“分析”选项卡中的“测量”工具测量两个曲面顶点之间的距离，如图 5-166 所示，并记住这个测量值。

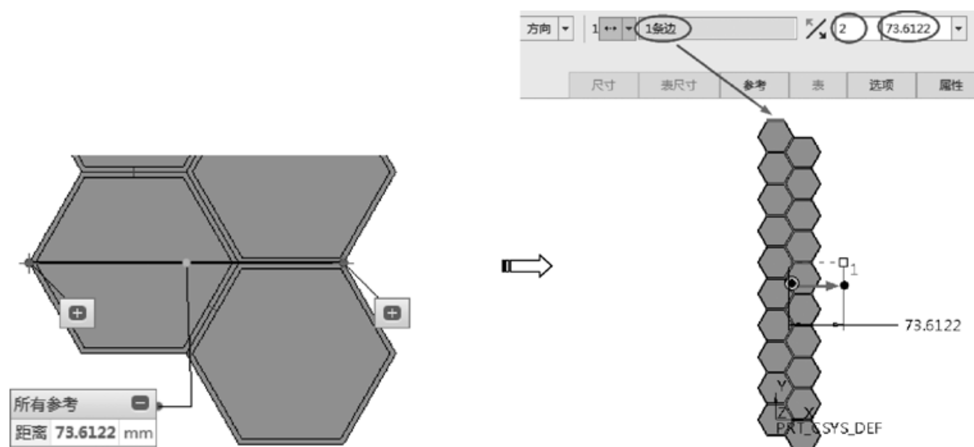


图 5-166　创建几何阵列

04 创建拉伸曲面。

- 在 FRONT 平面中绘制如图 5-167 所示的草图曲线。
- 创建拉伸曲面，如图 5-168 所示。

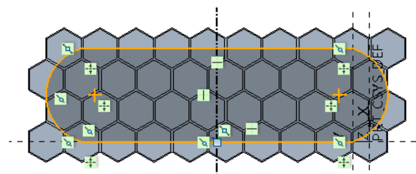


图 5-167　绘制草图

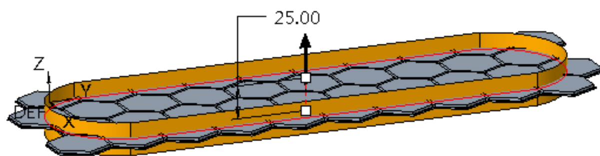


图 5-168　创建拉伸曲面

- 选择拉伸曲面，单击“实体化”按钮 实体化，修剪实体，如图 5-169 所示。

- 利用“草绘”工具在 TOP 平面上绘制曲线，如图 5-170 所示。

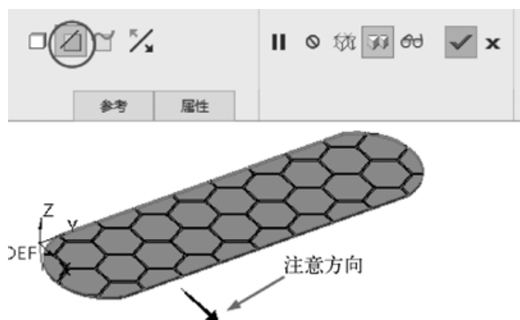


图 5-169　修剪实体

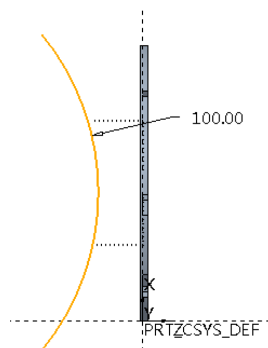


图 5-170　绘制曲线

05 创建骨架折弯。

- 单击“骨架折弯”按钮 骨架折弯，选择实体和骨架曲线，如图 5-171 所示。单击“应用”按钮，创建骨架折弯特征。

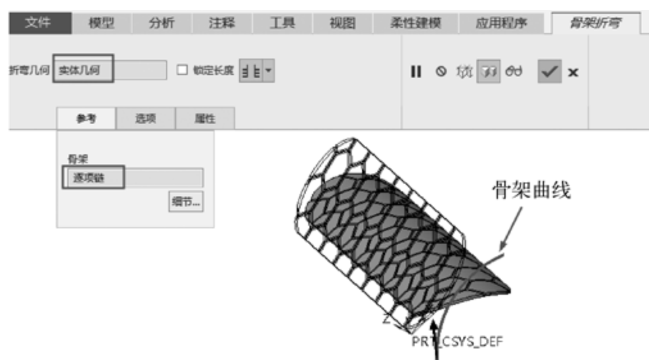


图 5-171　创建骨架折弯特征

06 同理，在 FRONT 平面上绘制曲线，如图 5-172 所示。再创建骨架折弯，如图 5-173 所示。

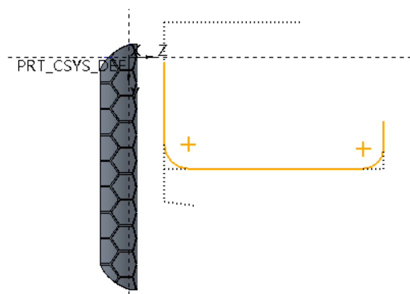


图 5-172　绘制曲线

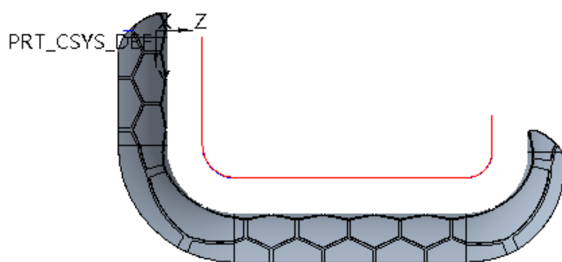
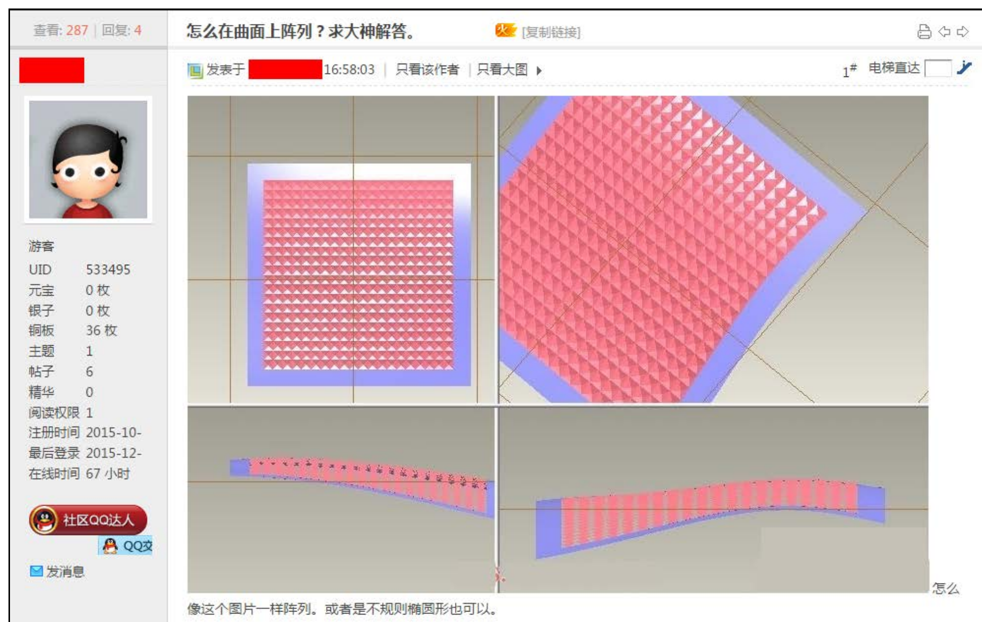


图 5-173　创建骨架折弯特征

精华帖 2：如何在曲面上进行阵列？



问题描述

这个问题其实很好解决，其实并不是在曲面上进行阵列，而是在平面上进行阵列，然后进行骨架折弯，把平面曲面变形成弯曲的曲面。下面进行简要的步骤介绍，详细操作请参照本例的视频文件。

操作演示

01 新建一个零件文件。

02 首先在 TOP 平面上创建填充曲面，如图 5-174 所示。

03 在 TOP 平面上绘制曲线，如图 5-175 所示。

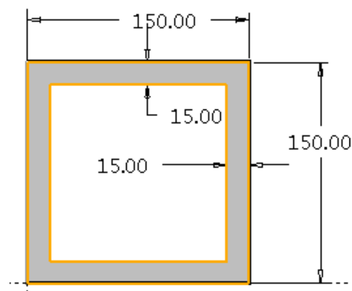


图 5-174　创建填充曲面

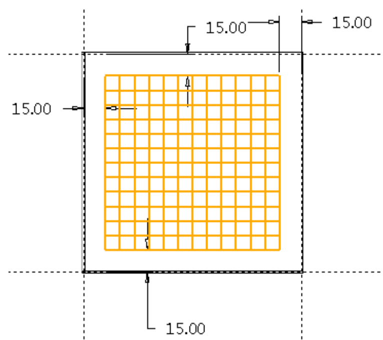


图 5-175　绘制曲线

04 创建 4 个小曲面（造型曲面），如图 5-176 所示。

05 将造型曲面进行几何阵列，如图 5-177 所示。

06 合并所有曲面。

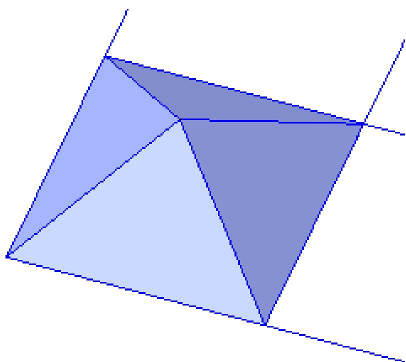


图 5-176 创建造型曲面

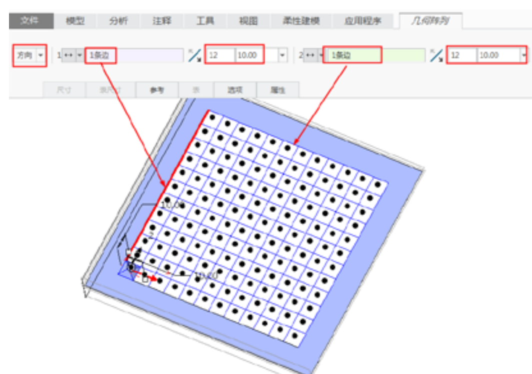


图 5-177 创建几何阵列

07 在 RIGHT 平面上绘制曲线作为骨架线，如图 5-178 所示。

08 最后创建骨架折弯，结果如图 5-179 所示。还可以继续在另一平面绘制骨架曲线并创建骨架折弯。

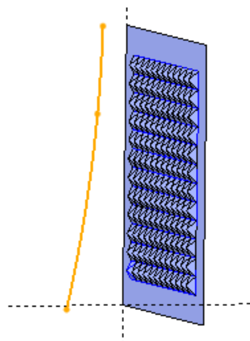


图 5-178 绘制骨架曲线

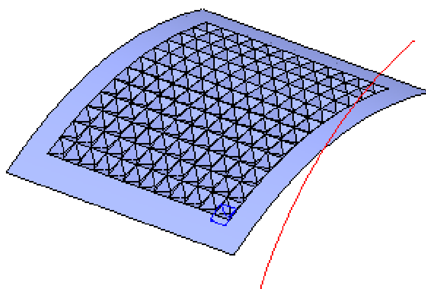


图 5-179 创建骨架折弯



技巧点拨：

注意，骨架曲线不要超出曲面的边界，超出了骨架折弯后曲面中间的特征会变形。

第 6 节 Creo工程师认证试题

一、绘图题

（1）参照如图 5-180 所示的图形，注意其中的阵列、中点等几何关系，图中未标注的厚度均为T。

参数：A=56，B=24，C=12，D=15，E=86，F=83，T=2。



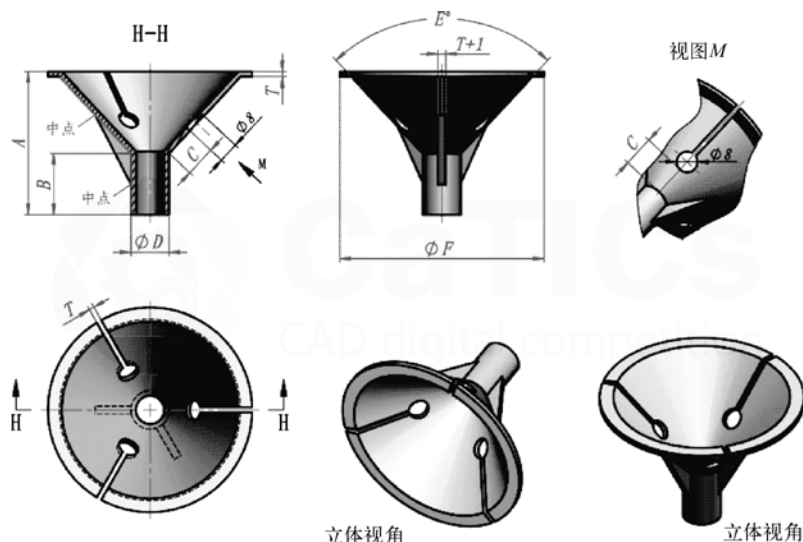


图 5-180　模型 1

（2）参照如图 5-181 所示的图形，几何关系有对称、同心、阵列和等壁厚（部分区域）。“参数”：A=95，　B=72，　C=60，　D=22，　E=72，　F=120，　T=3。

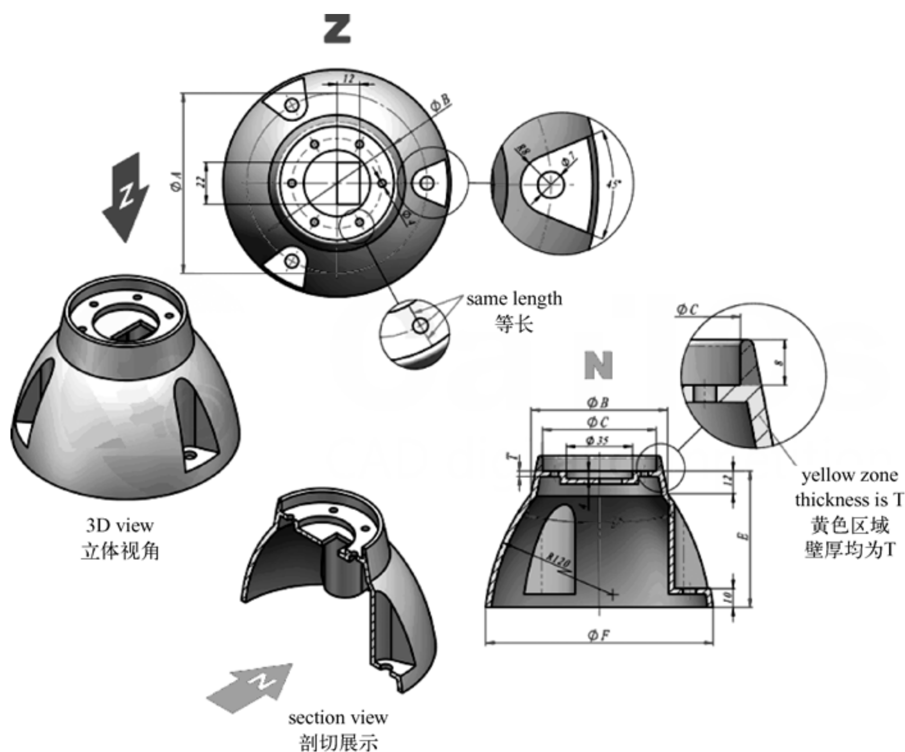


图 5-181　模型 2



第 6 章

尺寸驱动与参数建模



本章导读

利用参数与尺寸驱动设计是Creo重点强调的设计理念之一，也是相当实用化的设计模式，可以解决很多造型设计中的问题。参数驱动是参数化设计中的核心概念，在一个模型中，参数是通过“尺寸”的形式来体现的。参数化设计的突出优点在于可以通过变更参数的方法来方便地修改设计意图，从而修改设计结果。关系式是参数化设计中的另外一项重要内容，它体现了参数之间相互制约的“父子”关系。本章将全面介绍参数与尺寸驱动设计的基本方法和设计过程。



案例展现

案　例　图	描　　述
	在创建参数化的齿轮模型时，首先创建参数，然后创建组成齿轮的基本曲线，最后创建齿轮模型，设计通过在参数间引入关系的方法，使模型具有参数化的特点。 在建模过程中，注意把握以下几个要点。 ● 参数化建模的基本原理。 ● 创建参数的方法。 ● 创建关系的方法。 ● 通过参数变更模型的方法
	锥齿轮的建模方法基本上与直齿轮相同，不同的是，锥齿轮有两个端面，因此参数也会不同。 直齿圆锥齿轮相交两轴间定传动比的传动在理论上由两圆锥的摩擦传动来实现，圆锥齿轮除了有节圆锥之外，还有齿顶锥、齿根锥，以及产生齿廓球面渐开线的基圆锥等。圆锥齿轮的齿廓曲线为球面渐开线，但是由于球面无法展开成为平面，所以在设计上，甚至是在制造及齿形的检查方面均存在很多困难

第 1 节　Creo关系式

关系式是 Creo 参数化驱动设计的重要组成要素之一，通过定义关系可以在参数和对应模型之间引入特定的“父子”关系。当参数值变更后，通过这些关系来规范模型再生后的形状和大小。下面我们学习一下关系式的建模方式。

一、什么是“关系”

“关系”（也被称为参数关系）是使用者自定义的符号尺寸和参数之间的等式。“关系”捕获特征之间、参数之间或组件与组件之间的设计关系，因此，允许使用者控制对模型修改的影响作用。

“关系”可用于控制模型修改的影响作用、定义零件和组件中的尺寸值，以及为设计条件担当约束（例如，指定与零件的边相关的孔的位置）。

在设计过程中，“关系”被用来描述模型或组件的不同部分之间的关系。关系可以是简单值（例如，d1=4），也可以是复杂的条件分支语句。

1．关系类型

（1）等式

使等式左边的一个参数等于右边的表达式。这种关系用于给尺寸和参数赋值。举例如下。

简单的赋值：d1=4.75

复杂的赋值：d5 = d2*(SQRT(d7/3.0+d4))

（2）比较

比较左边的表达式和右边的表达式。这种关系通常用于作为一个约束或用于逻辑分支的条件语句中。举例如下。

作为约束：(d1 + d2)>(d3 + 2.5)

在条件语句中：IF (d1 + 2.5) >= d7

2．添加关系

可以把关系添加到下列内容中。

- 特征的截面（在草绘环境中，通过在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮来创建截面）。
- 特征（在零件或组件装配设计环境中）。
- 零件（在零件或组件装配设计环境中）。
- 组件（在组件装配设计环境下）。

在 Creo 4.0 中，要查看零件、特征或组件的关系，请在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击关系和参数按钮，打开“关系和参数”的浏览器窗口，即可查看当前设计环境下所有的关系式，如图 6−1 所示。

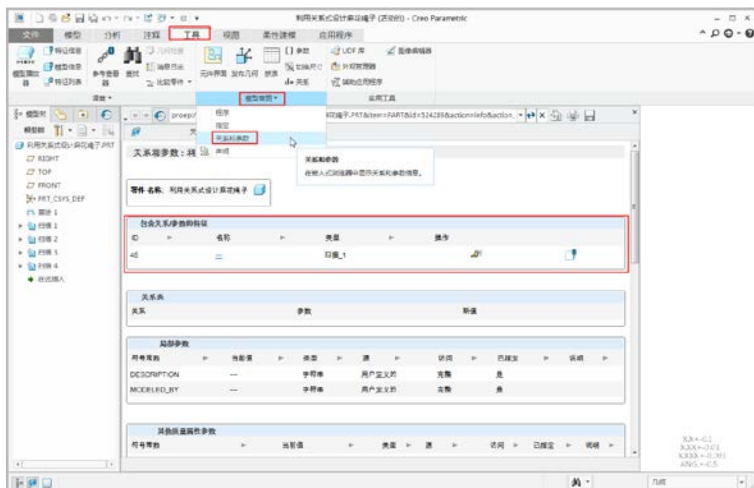


图 6-1　查看关系式

3．关系中的 4 种参数符号

1）尺寸符号：支持下列尺寸符号类型。

- d# –零件或组件模式下的尺寸。
- d#:# –组件模式下的尺寸。组件或组件的进程标识添加为后缀。
- rd# –零件或顶层组件中的参考尺寸。
- rd#:# –组件模式中的参考尺寸（组件或组件的进程标识添加为后缀）。
- rsd# –草绘器中（截面）的参考尺寸。
- kd# –在草绘（截面）中的已知尺寸（在父零件或组件中）。

2）公差：这些是与公差格式相关联的参数。当尺寸由数字转向符号时出现。

- tpm# –加减对称格式中的公差；#是尺寸数。
- tp# –加减格式中的正公差；#是尺寸数。
- tm# –加减格式中的负公差；#是尺寸数。

3）实例数：这些是整数参数，是数组方向上的实例个数。

- p# –其中#是实例的个数。

注释：如果将实例数改变为一个非整数值，Creo 将截去其小数部分。例如，4.50 将变为 4。

4）使用者参数：这些可以是由增加参数或关系所定义的参数。

例如：

Volume = d0*d1*d2

Vendor = "Stockton Corp."

注意：

1）使用者参数名必须以字母开头（如果它们要用于关系的话）。

2）不能使用 d#、kd#、rd#、tm#、tp#或 tpm#作为使用者参数名，因为它们是由尺寸保留使用的。

- 使用者参数名不能包含非字母数字字符，如!、@、#或$等。

4. 由系统保留使用的参数

- PI（几何常数）值 = 3.14159 （不能改变该值）。
- G（引力常数）默认值 = 9.8 米/秒^2 （C1、C2、C3 和 C4 是默认值，分别等于 1.0、2.0、3.0 和 4.0）。

5. 关系式中的运算符号

关系式中的运算符号有加号（+）、减号（-）、乘号（*）、除号（/）、大于（>）、小于（<）、平方根（sqrt）和幂（^）。

二、“关系”对话框

在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击 d= 关系 按钮，打开如图 6-2 所示的“关系”窗口。默认显示的是“关系”选项组。如果展开底部的“局部参数”选项组，将显示用于模型上已经创建的参数，如图 6-3 所示。

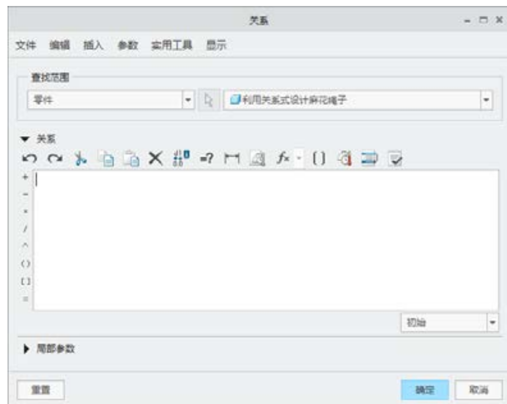


图 6-2 “关系”选项组

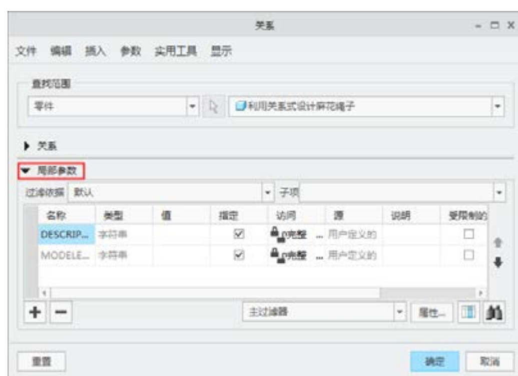


图 6-3 “局部参数”选项组

在定义关系时，必须有方程表达式，方程表达式中会插入一些函数来表达设计意图。在“关系”窗口的菜单栏中选择“插入”→“函数”命令，弹出“插入函数”对话框，如图 6-4 所示。“插入函数”对话框的列表中列出了所有 Creo 可用的函数，要想有效使用函数，必须理解这些函数所表达的意义。

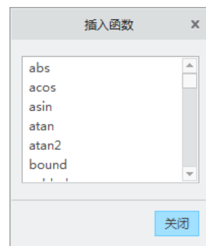


图 6-4 【插入函数】对话框

三、将参数与模型尺寸相关联

在参数化设计中，通常需要将参数和模型上的尺寸相关联，这主要是通过在“参数”对话框中编辑关系式来实现的。下面介绍基本设计步骤。

1. 创建模型

按照前面的介绍，在为长方体模型创建了 L、W 和 H 这 3 个参数后，再使用拉伸的方法创建如图 6-5 所示的模型。

2. 显示模型尺寸

要在参数和模型上的尺寸之间建立关系，首先必须显示模型尺寸。比较简单快捷显示模型尺寸的方法是在模型树窗口相应的特征上右击，然后在弹出的快捷菜单中选择“编辑定义”命令，如图 6-6 所示。图 6-7 所示为显示模型尺寸后的结果。

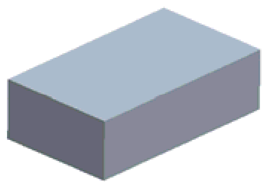


图 6-5　创建长方体模型

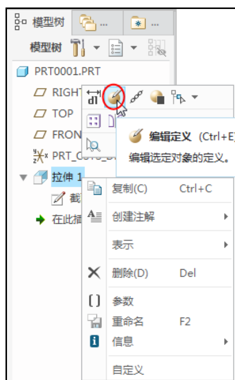


图 6-6　选择“编辑定义”命令

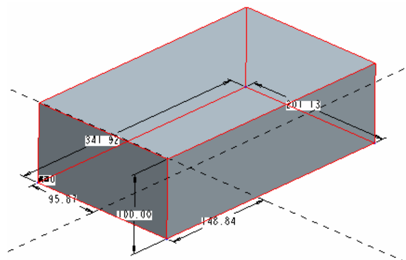


图 6-7　显示特征尺寸

3. 在特征尺寸和参数之间建立关系

按照下列步骤在特征尺寸和参数之间建立关系。

（1）打开“关系”窗口

当模型上显示特征尺寸后，可以按照前述方法，在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关系”窗口。



技巧点拨：

注意此时模型上的尺寸将以代号形式显示。

（2）编辑关系式

接下来就可以编辑关系了。设计者可以直接在键盘上输入关系，也可以单击模型上的尺寸代号并配合“关系”窗口左侧的运算符号按钮来编辑关系。按照如图 6-8 所示为长方体的长、宽、高 3 个尺寸与 L、W 和 H 等 3 个参数之间建立关系。编辑完以后，单击“确定”按钮，保存关系。

（3）再生模型

在“关系”窗口中选择“编辑”→“再生”命令或在工具箱中单击按钮再生模型。系统将使用新的参数值（L＝30、W＝40 和 H＝50）更新模型，结果如图 6-9 所示。



图 6-8　编辑关系

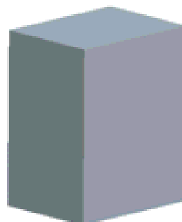


图 6-9　再生后的模型

（4）添加关系

如果希望将该长方体模型修改为正方体模型，可以再次打开“关系”窗口，继续添加如图 6-10 所示的关系即可。图 6-11 所示为再生后的模型。



图 6-10　添加关系

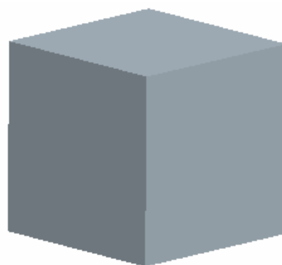


图 6-11　再生后的模型



技巧点拨：

注意关系“W = L”与关系“L = W”的区别，前者用参数 L 的值更新参数 W 的值，建立该关系后，参数 W 的值被锁定，只能随参数 L 的改变而改变，如图 6-12 所示。后者的情况则刚好相反。

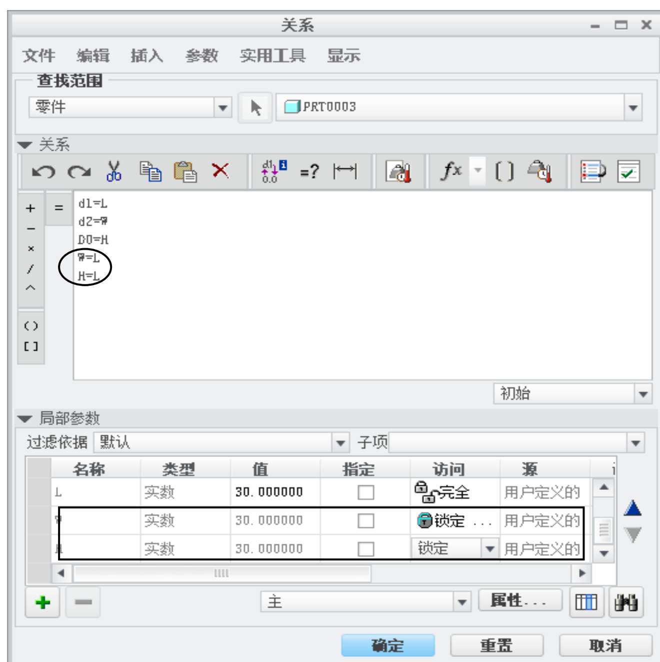


图 6-12　“关系”窗口

4. 利用“关系”进行建模训练

学习了“关系”的理论讲解后，下面通过一个案例来熟悉如果利用关系式来设计特殊形状的模型。



上机操作——利用关系式设计麻花绳子

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch06\麻花绳子.prt

演示视频路径：\视频\Ch06\利用关系式设计麻花绳子.avi

01 新建一个名为“利用关系式设计麻花绳子”的模型文件。

02 以 TOP 基准平面作为草图平面，利用“样条曲线”工具，在平面上绘制一个如图 6-13 所示的封闭样条曲线。

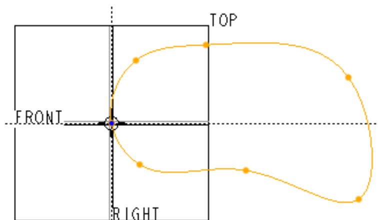


图 6-13　绘制曲线

03 单击“扫描”按钮扫描，打开“扫描”操控板。选择曲线作为扫描轨迹，然后单击“创建或编辑扫描剖面”按钮，进入草绘环境中。绘制出如图 6-14 所示的等边三角形截面。

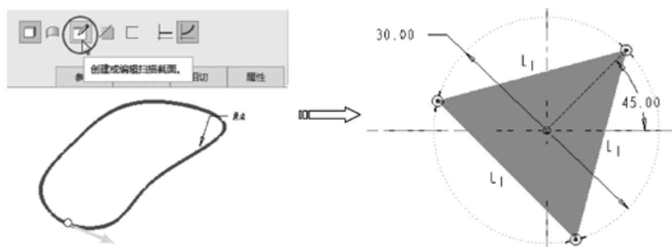


图 6-14　绘制等边三角形截面



技巧点拨：

注意：标注角度的参考斜线不要用中心线绘制，用直线绘制后右击，在弹出的快捷菜单中选择“构建”命令即可。

04 在草绘环境下，在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，为角度尺寸为 45（图中的 sd62）的模型添加关系式，如图 6-15 所示。

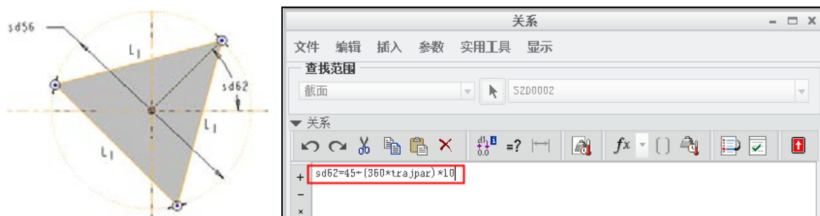


图 6-15　添加关系式



05 退出草绘环境，查看特征预览，然后单击“应用”按钮，完成可变截面扫描曲面特征的创建，结果如图 6-16 所示。



图 6-16　创建可变截面扫描曲面特征

06 再利用“扫描”工具，选择扫描曲面的一条边线折弯扫描轨迹，如图 6-17 所示，选择扫描轨迹。然后进入草绘环境中绘制如图 6-18 所示的截面。

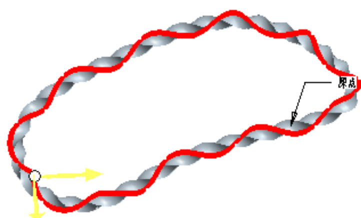


图 6-17　选择扫描轨迹

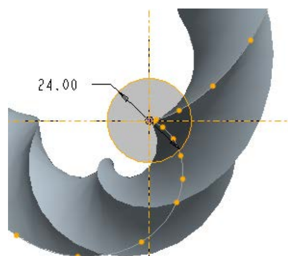


图 6-18　绘制截面

07 退出草绘环境，单击“应用”按钮，完成扫描实体特征的创建，如图 6-19 所示。

08 同理，在可变扫描曲面特征的另两条边线上，也分别创建扫描实体特征。最终结果如图 6-20 所示。



图 6-19　完成扫描实体特征的创建



图 6-20　完成的麻花绳

5. 利用方程式创建曲线

“关系”是通过尺寸驱动（为尺寸添加表达式）来表达截面曲线形状的，如创建拉伸、旋转和扫描等特征时的截面。

当通过另一种方程式来创建曲线时，就需要一般的数学函数，如图 6-4 的“插入函数”对话框中的数学函数，如正弦、余弦、正切和余切等。

下面举例说明，如图 6-21 所示创建的正弦曲线，这是常见的正弦曲线方程式，式中：t 为自变量，从 0～1 之间取值。这是一个正弦周期的曲线，如果需要两个或多个周期正弦曲线，请将 y 方向的参数表达式修改为 y=20*cos(X*t*360)，X 表示周期数。

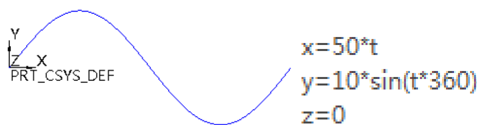


图 6-21　正弦曲线

表 6-1 提供了 Creo 中的多种曲线方程表达式，便于大家参考。

表 6-1　Creo 曲线方程式

方　程　式	曲　　线	方　程　式	曲　　线
1．方程式浪形曲线 圆柱坐标系 r=100 theta=t*360 z=9*sin(10*t*360)		2．碟形弹簧曲线 圆柱坐标系 r=5 theta=t*3600 z=(sin(3.5*theta-90))+24*t	
3．锥度螺旋线 圆柱坐标系 r=t theta=10+t*(20*360) z=t*3		4．蝴蝶曲线 球坐标系 rho=8*t theta=360*t*4 phi=-360*t*8	
5．渐开线 采用笛卡尔坐标系 r=1 ang=360*t s=2*pi*r*t x0=s*cos(ang) y0=s*sin(ang) x=x0+s*sin(ang) y=y0-s*cos(ang) z=0	Y Z X PRT_CSYS_DEF	6．长短辐圆内旋轮线 笛卡尔坐标 a=5 b=7 c=2.2 theta=360*t*10 x=(a-b)*cos(theta)+ c*cos((a/b-1)*theta) y=(a-b)*sin(theta)- c*sin((a/b-1)*theta)	
7.球面螺旋线 采用球坐标系 rho=4 theta=t*180 phi=t*360*20		8.圆柱螺旋线 笛卡尔坐标 x = 4 * cos (t *(5*360)) y = 4 * sin (t *(5*360)) z = 10*t	
9.柱坐标平面螺旋曲线 r=t*(10*180)+1 theta=10+t*(20*180) z=t		10.笛卡尔坐标平面螺旋线 x = 100*t * cos (t *(5*180)) y = 100*t * sin (t *(5*180)) z = 0	

那么这个曲线是如何建立的呢？下面进行详细讲解。



上机操作——利用方程式创建圆柱螺旋线

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch06\圆柱螺旋线.prt

演示视频路径：\视频\Ch06\创建圆柱螺旋线.avi

01 新建一个零件文件。

02 在“模型”选项卡的“基准”组中单击“基准”→“曲线” 曲线 →“来自方程的曲线”按钮 来自方程的曲线，打开“曲线：从方程”操控板。

03 在操控板中选择“笛卡尔”坐标系类型，然后拾取图形区中的坐标系即可，如图 6-22

所示。

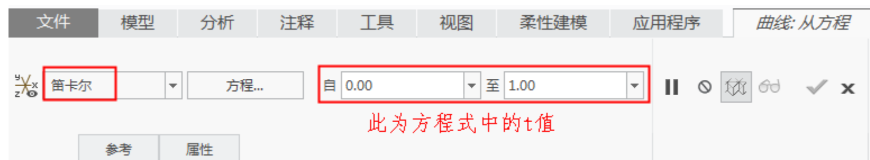


图 6-22　设置坐标系类型

04 单击“方程”按钮 方程... ，打开“方程”窗口。此窗口与“关系”窗口完全相同。在“关系”选项组的关系式文本框中输入圆柱螺旋线的方程式，如图 6-23 所示。

05 单击 确定 按钮，关闭“方程”窗口。再单击操控板中的“应用”按钮 ✓ ，完成方程式曲线的创建，如图 6-24 所示。

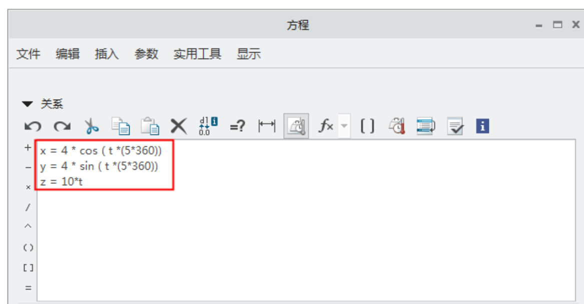


图 6-23　输入方程式

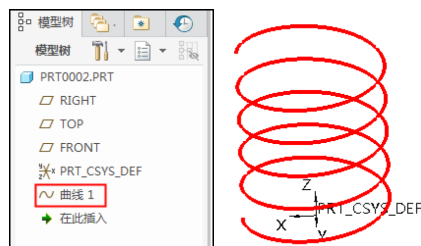


图 6-24　创建圆柱螺旋线

第 2 节　2D基准图形关系

利用 Creo 创建具有变化截面的特征，通常会利用 2D 基准图形的功能创建可变的截面。前面所讲解的“关系”应用，在没有插入 2D 基准图形前，仅仅是创建可变的轨迹。

一、什么是 2D基准图形关系

“2D 基准图形”实际上是一个函数，主要用来补充非线性变化。“2D 基准图形（Graph）”主要利用函数的概念来控制截面变化。



技巧点拨：

注意：通过 Graph 所绘制的函数一定不能是多值（即坐标平面上的每一个 x 值只能有唯一的 y 值与之对应）。

另外，在 Graph 中所绘制的函数不一定是标准函数，大部分都是根据实际来创建的：需要怎样的形状，以及需要形状在什么范围内变化是绘制 Graph 的目的。而关系就实现在 Graph 上面。“2D 基准图形”通常与“可变截面扫描”工具结合使用。

二、2D基准图形的应用

在“模型”选项卡的“基准”组中单击“图形”按钮 图形，Creo 将提示用户需要为创建的特征输入一个名称，如图 6-25 所示。必须用英文命名，也可以输入 G1、G2、G3…代号。

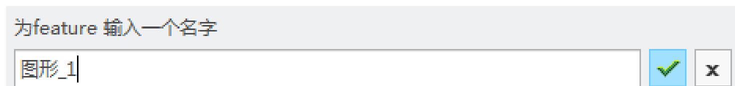


图 6-25　为 2D 基准图形命名

单击“应用”按钮，将会打开新的草绘窗口，如图 6-26 所示。

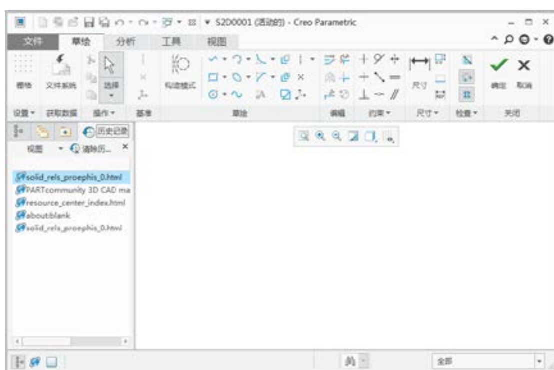


图 6-26　新的草绘窗口

在草绘窗口下，绘制图形前必须先创建草绘环境中的坐标系来作为参考。否则，将不能为函数添加关系式，甚至不能正确退出草绘窗口。

正确的 2D 基准图形必须包括以下几个要素，如图 6-27 所示。

- 必须先创建草绘坐标系（非几何坐标系），
- 创建坐标系后，需绘制用于标注参考的中心线（非几何中心线）。
- 截面必须是开放的，不能封闭。

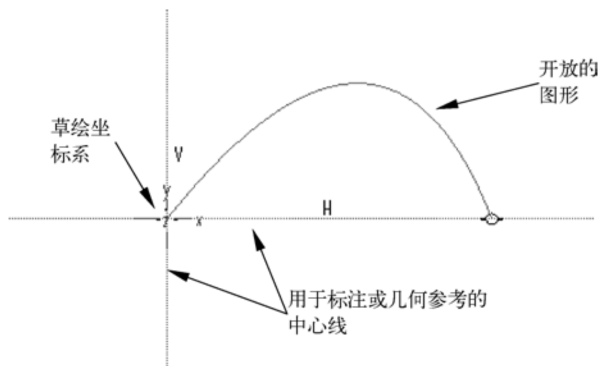


图 6-27　2D 基准图形的 3 个要素

为了更好地表达出“2D 基准图形”的应用方法，下面通过实例来说明操作过程。



上机操作——田螺造型

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch06\田螺壳体.prt

演示视频路径：\视频\Ch06\田螺壳体造型.avi

本实例通过创建田螺的外壳造型来说明“2D 基准图形”与“可变截面扫描”工具巧妙结合应用的方法，如图 6–28 所示。

01 新建一个名为“田螺壳体”的零件文件。

02 在“模型”选项卡的“基准”组的下拉列表框菜单中单击“图形”按钮 图形，然后输入图形的名称 G1，并在新的草绘窗口中绘制如图 6–29 所示的图形。



图 6–28　田螺外壳造型

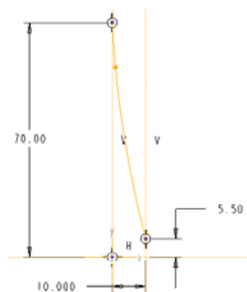


图 6–29　绘制草图

03 在“模型”选项卡的“形状”组中单击“螺旋扫描”按钮 螺旋扫描，在打开的操控板中单击“扫描为曲面”按钮，然后在“参考”选项板中单击“定义”按钮 定义...，选择草绘平面，进入草绘环境，如图 6–30 所示。

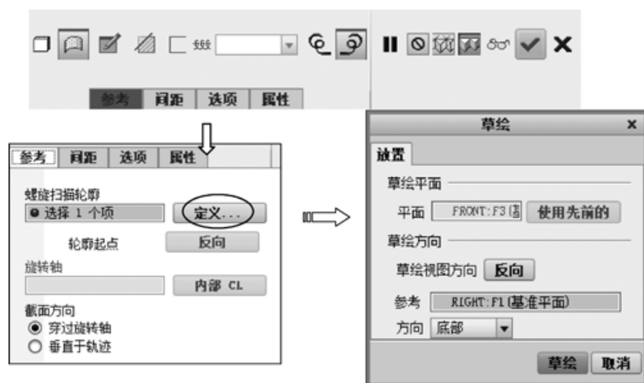


图 6–30　选择创建螺旋扫描曲面的相关命令

04 进入草绘环境后，绘制如图 6–31 所示的扫描轨迹。



技巧点拨：

绘制开放的轨迹时，还需要绘制中心线，否则截面将变得不完整。

05 退出草绘环境后，在操控板的“间距”选项板中输入起点的螺距值和终点的螺距值，如图 6–32 所示。

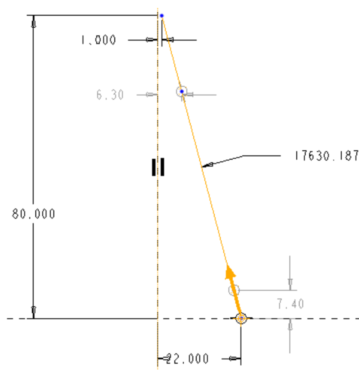
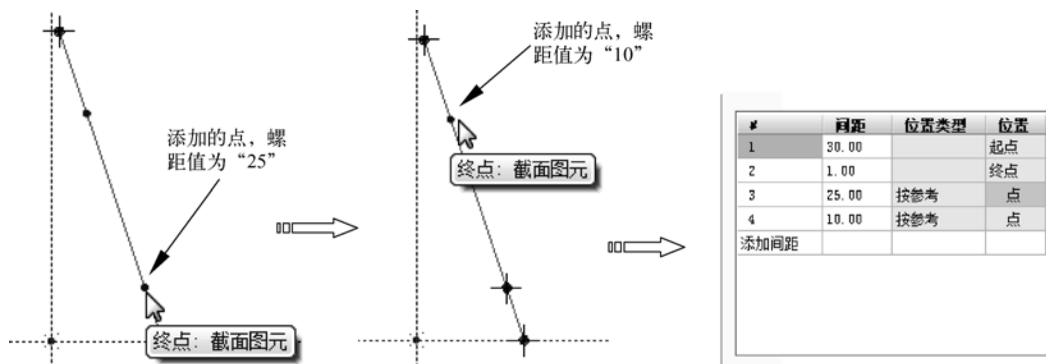


图 6-31　绘制扫描轨迹

#	间距	位置类型	位置
1	30.00		起点
2	1.00		终点
添加间距			

图 6-32　设置起点和终点的螺距值

06 在轨迹线上依次选取节点作为参考点，然后输入该点的螺距值，如图 6-33 所示。



#	间距	位置类型	位置
1	30.00		起点
2	1.00		终点
3	25.00	按参考	点
4	10.00	按参考	点
添加间距			

图 6-33　添加点设置螺距

07 单击“创建或编辑扫描截面”按钮，绘制如图 6-34 所示的扫描截面。

08 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮 d= 关系，将尺寸添加到关系式，如图 6-35 所示。

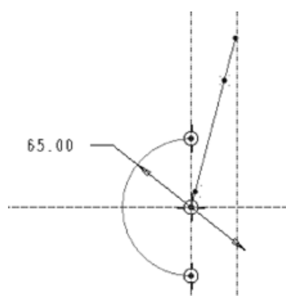


图 6-34　绘制扫描截面

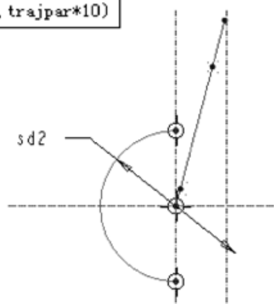


图 6-35　添加关系式



技巧点拨：

截面的尺寸为任意，此尺寸由驱动尺寸控制。



关于“sd2=evalgraph("g1",trajpar*10)”关系式的说明如下。

此关系式表达的意思是：将基准图形 G1 特定范围内的每一个横坐标对应的纵坐标的值赋给 sd2（为尺寸代号）。“trajpar*10”的含义为在 G1 图形中取“X=0”与“X=100”之间所对应的纵坐标作为取值范围。trajpar 的取值范围是[0,1]，开始取 0，结束取 1。

“trajpar*10”中的“10”为变量值，实际上控制 sd1 可取值的范围。

退出草绘环境，在操控板中单击“应用”按钮✔，完成田螺曲面的创建，如图 6–36 所示。

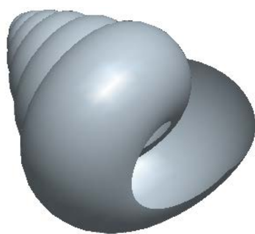


图 6–36　田螺曲面

第 3 节　参　　数

参数用于提供关于设计对象的附加信息，是参数化设计的要素之一。参数与模型一起存储，参数可以标明不同模型的属性。例如，在一个“族表”中创建参数“成本”后，对于该族表中的不同实例可以为其设置不同的值，以示区别。

参数的另一个重要用法就是配合关系的使用来创建参数化模型，通过变更参数的数值来变更模型的形状和大小。

一、“参数”定义

在实际设计中，经常会遇到这样的问题：有时需要创建一种系列产品，这些产品在结构特点和建模方法上都有极大的相似之处，例如，一组不同齿数的齿轮、一组不同直径的螺钉等。如果能够对一个已经设计完成的模型做最简单的修改，就可以获得另外一种设计结果（例如，将一个具有 30 个轮齿的齿轮改变为具有 40 个轮齿的齿轮），将大大节约设计时间，增加模型的利用率。要实现这种设计方法，可以借助“参数”来实现。



技巧点拨：

要完全确定一个长方形模型的形状和大小需要什么尺寸？当创建完一个长方体模型后，如何更改其形状和大小呢？

综上所述，只要给出一个长方体模型的长、宽和高 3 个尺寸，就可以完全确定该模型的形状和大小。而要更改其形状和大小，则需要使用编辑或重定义模型的方法通过修改相关尺寸来实现。那么是否还有更加简便的方法呢？

在 Creo 中，可以将长方体模型的长、宽和高等 3 个数据设置为参数，将这些参数与图形中的尺寸建立关联关系后，只要变更参数的具体数值，就可以轻松改变模型的形状和大小，这就是参数在设计中的实际用途。

在 Creo 中，可以方便地在模型中添加一组参数，通过变更参数值来实现对设计意图的修改。新建零件文件后，在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[] 参数，将打开如图 6-37 所示“参数”窗口，使用该窗口在模型中创建或编辑用户定义的参数。

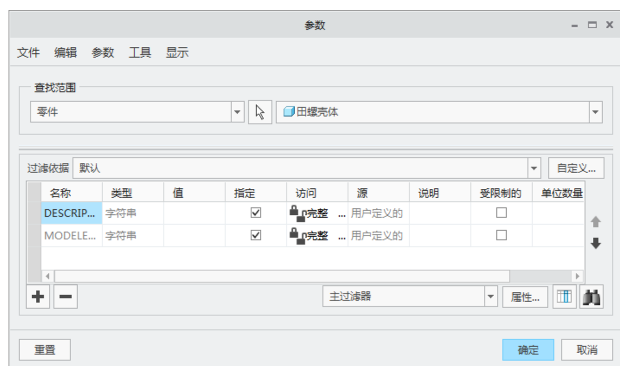


图 6-37　“参数”窗口

当然，也可以在“关系”窗口的“局部参数”选项组中也可以定义参数。

二、参数的设置与添加

进行参数化设计的第一个步骤就是添加参数。在“参数”窗口的左下角单击按钮，或者在“参数”下拉列表框中选择“添加参数”选项，在“参数”窗口中都将新增一行内容，依次为参数设置以下属性项目。

1. 名称

参数的名称和标识用于区分不同的参数，是引用参数的根据。注意，Creo 中的参数不区分大小写，例如，参数“D”和参数“d”是同一个参数。参数名不能包含非字母数字字符，如 !、"、@ 和 #等。



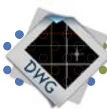
技巧点拨：

用于关系的参数必须以字母开头，而且一旦设定了用户参数的名称，就不能再对其进行更改了。

2. 类型

为参数指定类型，可以选用的类型如下。

- 整数：整型数据，如齿轮的齿数等。
- 实数：实数数据，如长度、半径等。
- 字符串：符号型数据，如标识等。
- 是否：二值型数据，如条件是否满足等。



3. 值

为参数设置一个初始值，该值可以在随后的设计中修改，从而变更设计结果。

4. 指定

选择列表框中的复选框，可以使参数在 PDM（Product Data Management，产品数据管理）系统中可见。

5. 访问

为参数设置访问权限，可以选用的访问权限如下。

- 完全：无限制的访问权限，用户可以随意访问参数。
- 限制：具有限制权限的参数。
- 锁定：锁定的参数，这些参数不能随意更改，通常由关系决定其值。

6. 源

指明参数的来源，常用的来源如下。

- 用户定义的：用户定义的参数，其值可以自由修改。
- 关系：由关系驱动的参数，其值不能自由修改，只能由关系来确定。



技巧点拨：

在参数之间建立关系后，可以将由用户定义的参数变为由关系驱动的参数。

7. 增删参数的属性项目

前面介绍的参数包含了上述属性项目，设计者在使用时可以根据个人爱好删除除“名称”之外的其他属性项目，具体操作步骤如下。

1）打开“参数表列”对话框。

2）选择不显示的项目，如图 6-38 所示。



图 6-38　选择不显示的项目

8. 编辑属性参数项目

增加新的参数后，可以在参数列表中直接编辑该参数，为各个属性项目设置不同的值。

也可以在“参数”窗口右下角单击“属性”按钮，弹出“参数属性”对话框，如图 6-39 所示，在其中进行编辑即可。

9. 向特定对象中添加参数

在“参数”窗口的“查找范围”下拉列表框中，选择想要对其添加参数的对象类型。这些对象主要有以下内容。

- 组件：在组件中设置参数。
- 骨架：在骨架中设置参数。
- 元件：在元件中设置参数。
- 零件：在零件中设置参数。
- 特征：在特征中设置参数。
- 继承：在继承关系中设置参数。
- 面组：在面组中设置参数
- 曲面：在曲面中设置参数。
- 边：在边中设置参数。
- 曲线：在曲线中设置参数。
- 复合曲线：在复合曲线中设置参数。
- 注释元素：存取为注释特征元素定义的参数。

如果在特征上创建参数，可以在模型树窗口中选定的特征上右击，然后在弹出的快捷菜单中选择“编辑参数”命令，如图 6-40 所示，也将打开“参数”窗口进行参数设置。如果选取多个对象，则可以编辑所有选取对象中的公用参数。



图 6-39　“参数属性”对话框



图 6-40　选择“编辑参数”命令

10. 删除参数

如果要删除某一个参数，可以首先在“参数”窗口的参数列表中选中该参数，然后在窗口底部单击“删除”按钮删除该参数。但是不能删除由关系驱动的或在关系中使用的用户参数。对于这些参数，必须先删除其中使用参数的关系，然后再删除参数。



上机操作——利用“参数”设计机械零件

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch06\机械零件.prt

演示视频路径：\视频\Ch06\利用“参数”设计机械零件.avi

01 新建一个名为“机械零件”的零件文件。

02 利用“旋转”工具旋转，在 FRONT 基准平面上绘制草图，并完成旋转特征的创建，如图 6-41 所示。



技巧点拨：

建立参数之前，旋转截面可先任意绘制。

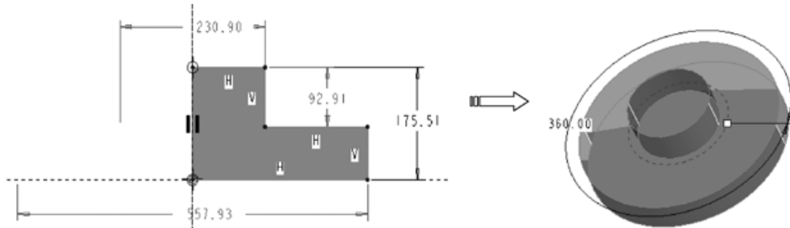


图 6-41　创建旋转特征

03 利用“孔”工具孔，打开“孔”操控板。选择模型上表面作为孔的放置面，然后再选择偏移参照，最后单击“应用”按钮，完成孔 1 的创建（孔直径取任意值），如图 6-42 所示。

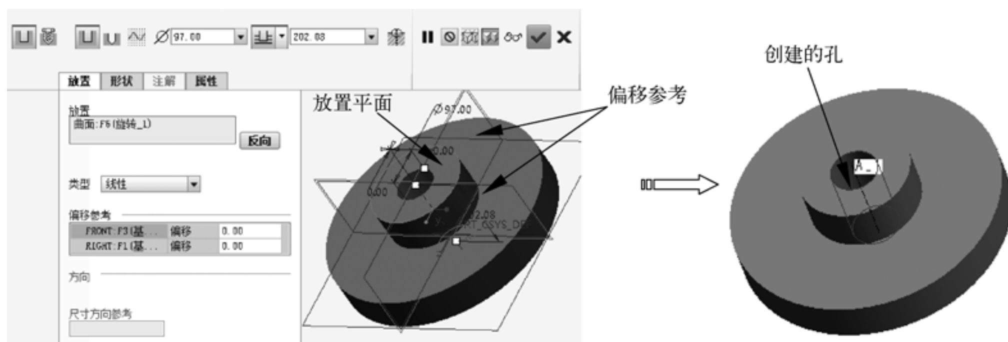


图 6-42　创建孔 1

04 同理，再利用“孔”工具孔，在模型台阶上创建孔特征 2，设置偏移参考为 RIGHT 基准平面与 FRONT 基准平面，结果如图 6-43 所示。

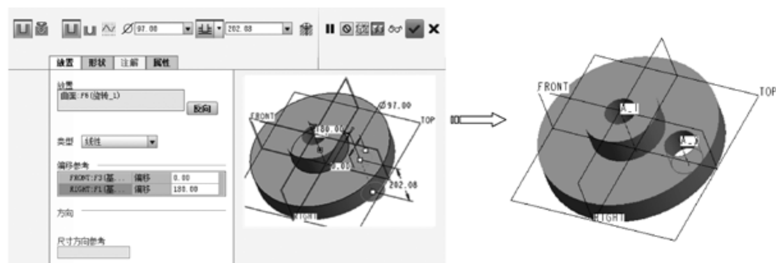


图 6-43　创建孔特征 2

05 利用“阵列”工具[阵列]，选择孔特征 2 进行轴阵列，阵列设置及结果如图 6-44 所示。

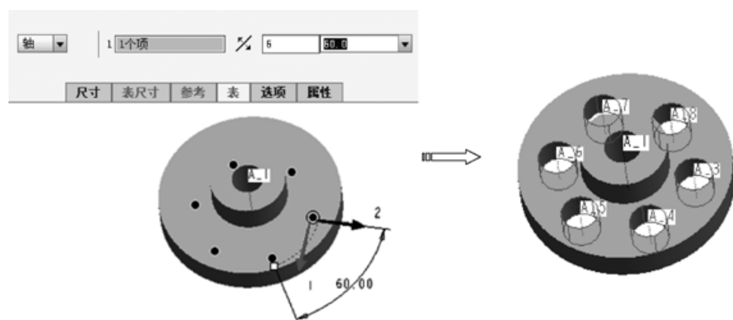


图 6-44　阵列孔

06 设置参数。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[参数]，打开“参数”窗口。然后输入模型整体直径 D=300，高度 H=100；阵列小孔直径 DL=50，阵列成员数 N=6，阵列中心距 DM=112.5；中心孔直径 DZ=100，中心孔高度 DH=100；凸台直径 DT=150，高度 DTH=50，如图 6-45 所示。

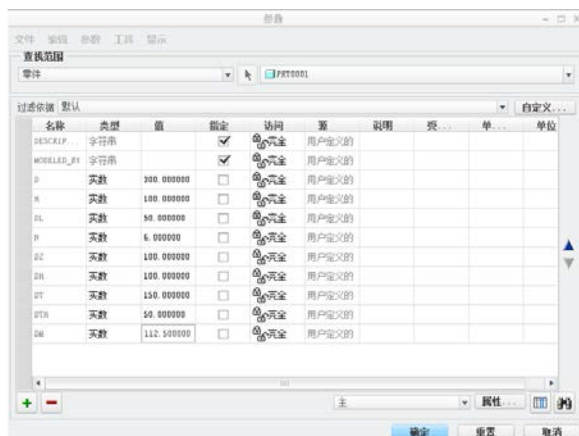
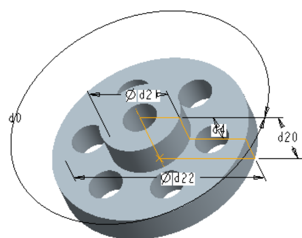


图 6-45　输入参数

07 设置参数后，还要建立参数与图形尺寸之间的关系，即创建尺寸驱动。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮[d= 关系]，打开“关系”窗口。首先在其中输入旋转特征，尺寸关系如图 6-46 所示。



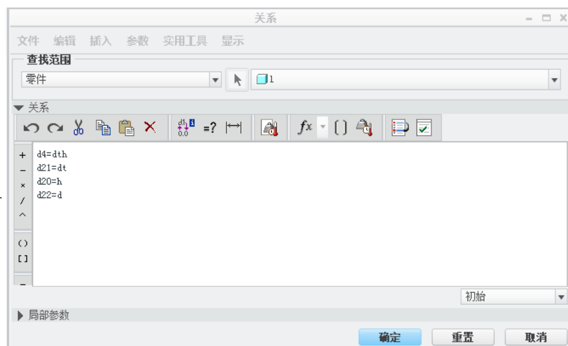


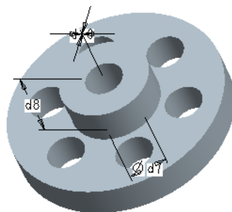
图 6-46　输入旋转特征的尺寸关系



技巧点拨：

要想显示尺寸，必须在模型树中选中该特征，并右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑”命令。

08 接着输入中心孔直径和高度的尺寸关系，如图 6-47 所示。



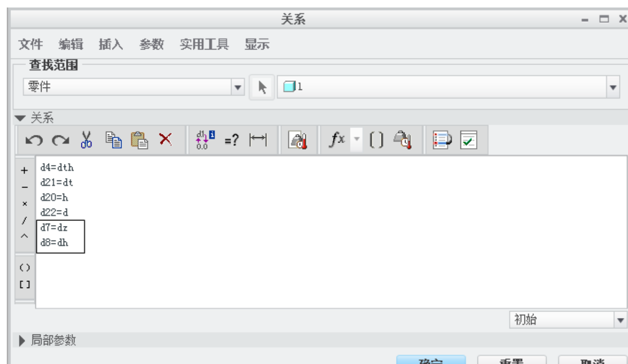


图 6-47　添加中心孔的尺寸关系

09 最后再输入阵列孔的直径和阵列个数的尺寸关系，如图 6-48 所示。

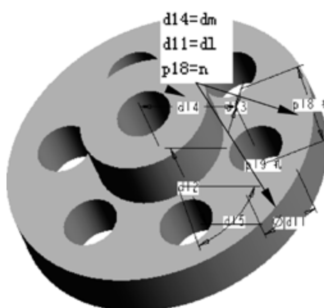




图 6-48　输入阵列小孔的尺寸关系

10 创建尺寸关系后，还要设置程序，以便于用户通过输入新尺寸来再生零件。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“程序”按钮，打开程序菜单管理器。选择“编

辑设计”命令，打开记事本文档，如图 6−49 所示。

11 在记事本中的 INPUT 和 END INPUT 之间插入如图 6−50 所示的字符。



图 6−49　打开的记事本文档



图 6−50　插入字符

12 完成后关闭记事本，然后单击“确认”对话框中的“是”按钮，再选择菜单中的“当前值”命令，零件模型随即自动更新至参数化后的尺寸，如图 6−51 所示。



图 6−51　完成程序的指定

13 在模型树的顶层部件上右击，在弹出的快捷菜单中选择“重新生成”命令，打开菜单管理器。选择“输入”命令，然后就可以在弹出的菜单过滤器中选择相应的复选框，进行参数设置，以此创建新的零件，如图 6−52 所示。

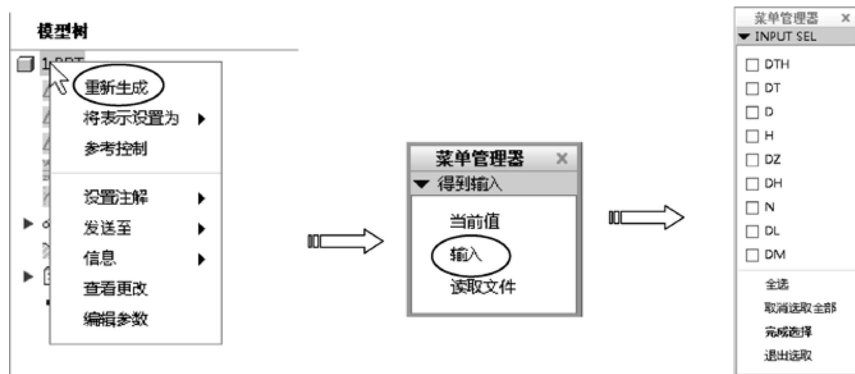


图 6−52　使用参数化设置命令

14 图 6-53 所示为更改阵列小圆直径 DL 和中心孔直径 DZ 参数后重新再生的零件模型。

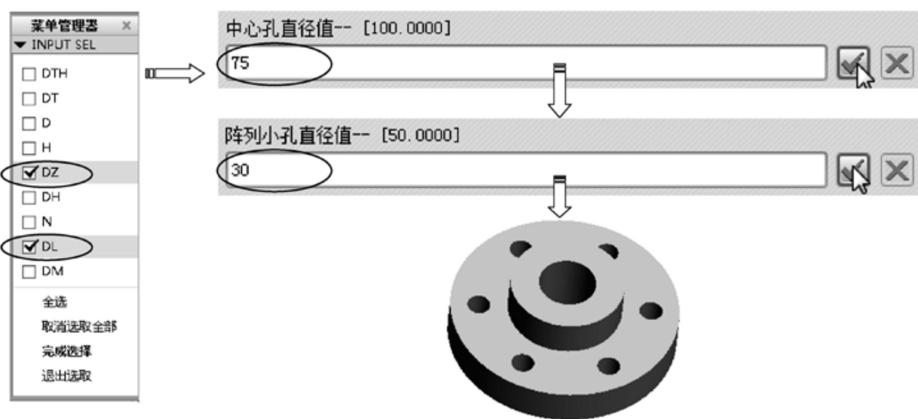


图 6-53　参数化设置并再生零件

第 4 节　尺寸驱动及参数建模训练

本节将讲解圆柱直齿轮参数化建模，目的是让大家熟练掌握参数化设计的技巧。

案例 1 圆柱直齿轮

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch06\圆柱直齿轮.prt
演示视频路径：\视频\Ch06\圆柱直齿轮设计.avi

建模方法解析

在创建参数化的齿轮模型时，首先创建参数，然后创建组成齿轮的基本曲线，最后创建齿轮模型，设计通过在参数间引入关系的方法使模型具有参数化的特点。

命令关键词： 草绘、曲线、点、轴、DTM、镜像、拉伸、阵列

绘图分析：

在建模过程中，注意把握以下几个要点。

- 参数化建模的基本原理。
- 创建参数的方法。
- 创建关系的方法。
- 通过参数变更模型的方法。

圆柱直齿轮的建模流程如图 6-54 所示。

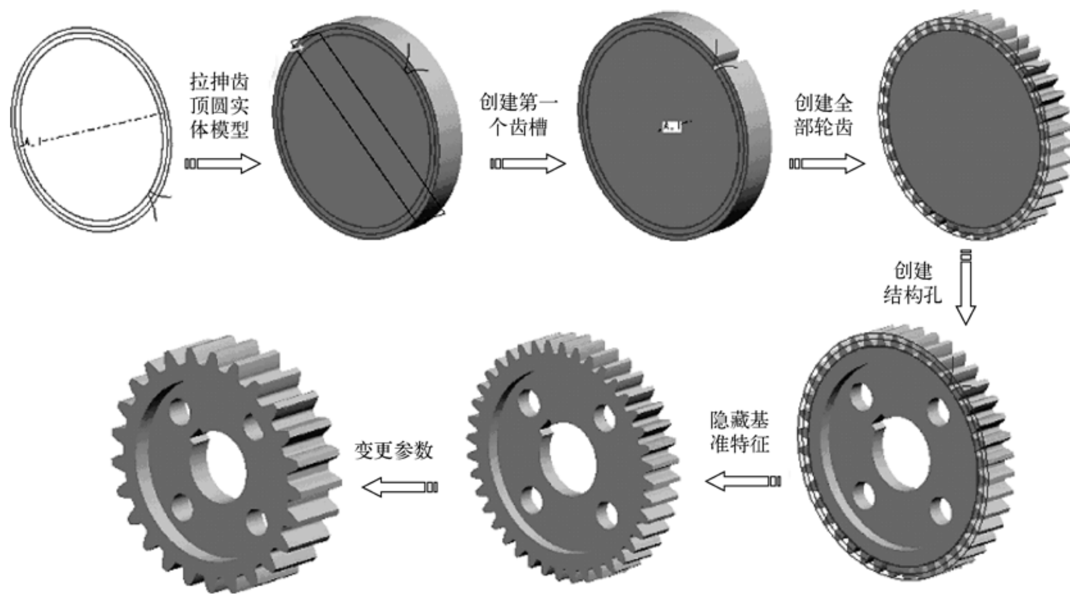


图 6-54　建模流程图解

设计步骤：

1. 创建参数曲线

01 单击“新建”按钮，新建一个名为“圆柱直齿轮”的零件文件。

02 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[] 参数，打开“参数”窗口。

● 在其中单击按钮，然后将齿轮的各参数依次添加到参数列表框中，添加的具体内容如表 6-2 所示。

表 6-2　添加的参数

序　号	名　称	类　型	数　值	说　明
1	M	实数	2	模数
2	Z	实数	25	齿数
3	Alpha	实数	20	压力角
4	Hax	实数	1	齿顶高系数
5	Cx	实数	0.25	顶隙系数
6	B	实数	30	齿宽
7	Ha	实数		齿顶高
8	Hf	实数		齿根高
9	X	实数		变位系数
10	Da	实数		齿顶圆直径
11	Db	实数		基圆直径
12	Df	实数		齿根圆直径
13	D	实数		分度圆直径

- 添加完参数后的“参数”窗口如图 6-55 所示。完成齿轮参数添加后，单击“确定”按钮 确定 关闭对话框，保存参数设置。

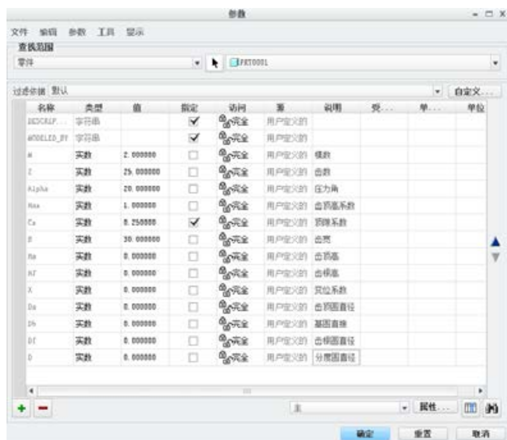


图 6-55 “参数”窗口

技巧点拨：

在设计标准齿轮时，只需确定齿轮的模数 M 和齿数 Z 这两个参数，分度圆上的压力角 Alpha 为标准值 20，齿顶高系数 Hax 和顶隙系数 Cx 国家标准明确规定分别为 1 和 0.25。而齿根圆直径 Df、基圆直径 Db、分度圆直径 D 及齿顶圆直径 Da 可以根据关系式计算得到。

03 在单击“草绘”按钮，进入草绘环境，选取 FRONT 基准平面作为草绘平面，进入草绘环境。

- 在草绘平面上绘制任意尺寸的 4 个同心圆，如图 6-56 所示。

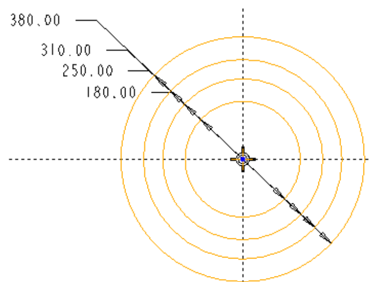


图 6-56 绘制任意尺寸的四个同心圆

技巧点拨：

绘制草图后，暂时不要退出草绘环境。接下来将创建函数关系式。

- 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮 d= 关系，打开“关系”窗口。
- 在其中分别添加齿轮的分度圆直径、基圆直径、齿根圆直径及齿顶圆直径的关系式，通过这些关系式以及已知的参数来确定上述参数的数值，如图 6-57 所示。

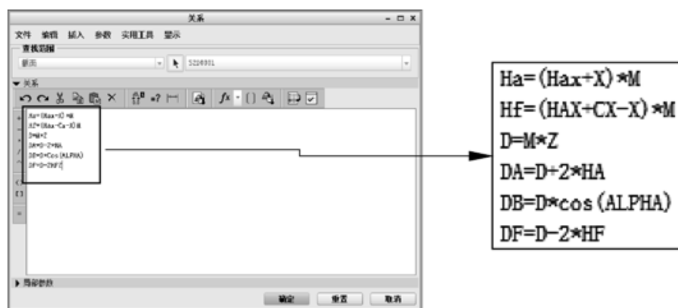


图 6-57　设置关系

技巧点拨：

可以单击符号栏中的“从列表中插入参数名称”按钮，选择参数插入到关系式中，避免手工录入。如果是函数式，可单击“从列表中插入函数”按钮 fx，将弹出“插入函数”对话框，选择要插入的函数，如图 6-58 所示。

- 创建关系后单击符号栏中的“执行”按钮，此时图形上的尺寸将以代号的形式显示，如图 6-59 所示。

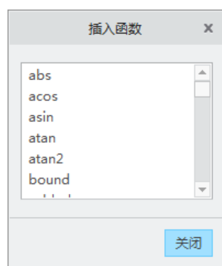


图 6-58　“插入函数”对话框

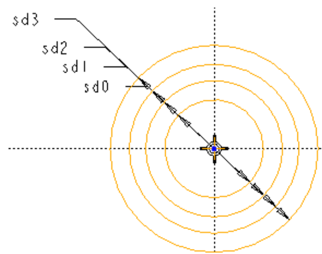


图 6-59　显示代号尺寸

- 接下来将参数与图形上的尺寸相关联。在图形上单击选择尺寸代号，将其添加到“关系”窗口中，再编辑关系式，添加完毕后的“关系”窗口如图 6-60 所示，其中为尺寸 sd0、sd1、sd2 和 sd3 新添加了关系，将这 4 个圆依次指定为基圆、齿根圆、分度圆和齿顶圆。

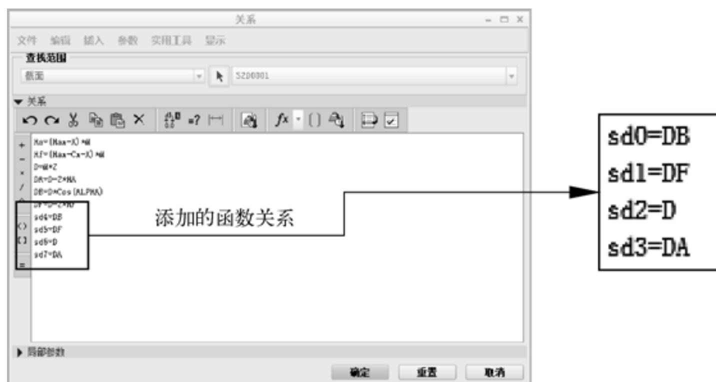


图 6-60　添加函数关系

● 在“关系”窗口中单击“确定”按钮确定，系统自动根据设定的参数和关系式再生模型并生成新的基本尺寸。最终生成如图 6-61 所示的标准齿轮基本圆。再单击“应用”按钮，创建的基准曲线如图 6-62 所示。

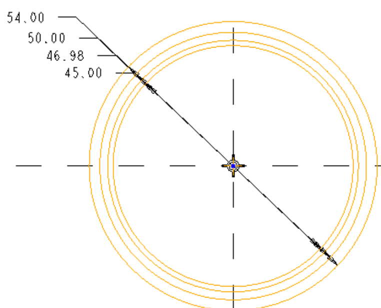


图 6-61　标准齿轮基本圆

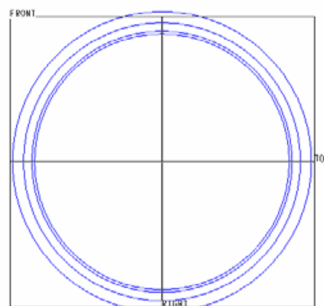


图 6-62　最后创建的基准曲线

04 在“模型”选项卡的“基准”组中单击下拉按钮，单击“曲线”→“来自方程的曲线”按钮，打开操控板。在坐标类型中选择“笛卡尔”坐标系，并选择图形区中的笛卡尔坐标系，如图 6-63 所示。



图 6-63　选择参考坐标系

● 然后单击“方程”按钮，打开“方程”窗口，在记事本中添加如图 6-64 所示的渐开线方程式，完成后单击“确定”按钮确定。

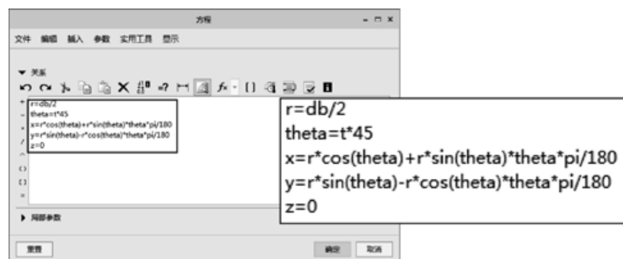


图 6-64　添加渐开线方程式



技巧点拨：

若选择其他类型的坐标系生成渐开线，则此方程不再适用。

● 单击“曲线：从方程”对话框中的“应用”按钮，生成如图 6-65 所示的齿廓曲线——齿轮单侧渐开线。

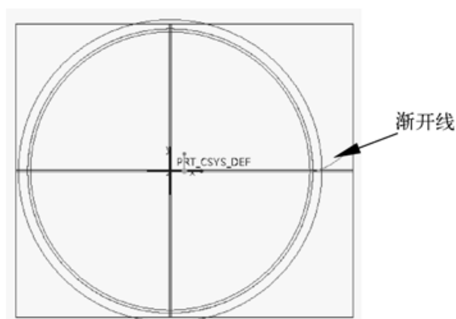


图 6-65　创建齿轮单侧渐开线

05 创建基准点 PNT0。单击“点工具”按钮，弹出“基准点”对话框，选择两条曲线作为基准点的放置参照（选择时按住【Ctrl】键），创建的基准点 PNT0 如图 6-66 所示。

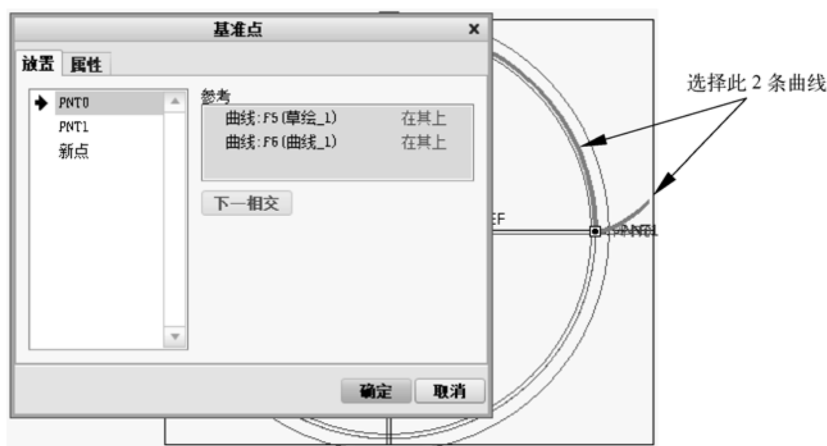


图 6-66　新建基准点

06 创建基准轴 A_1。单击“轴”按钮，弹出“基准轴”对话框，选取 TOP 和 RIGHT 基准平面作为参照（选择时按住【Ctrl】键），创建的基准轴线 A_1 如图 6-67 所示。

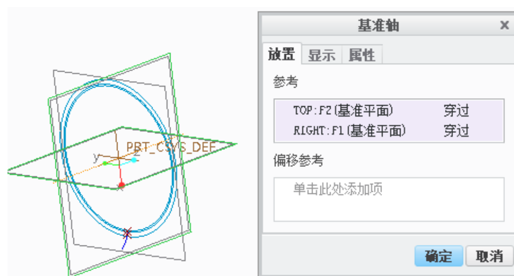


图 6-67　新建基准轴

07 创建基准平面 DTM1。单击“平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。选取前面已经创建的基准点 PNT0 和基准轴 A_1 作为参照（选择时按住【Ctrl】键），创建的

基准平面如图 6-68 所示。

08 创建基准平面 DTM2。单击“平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。在参照中选择基准平面 DTM1 和基准轴 A_1 作为参照，然后在“旋转”文本框中输入“-360/(4*z)”，（输入此表达式后自动修改值），创建的基准平面如图 6-69 所示。

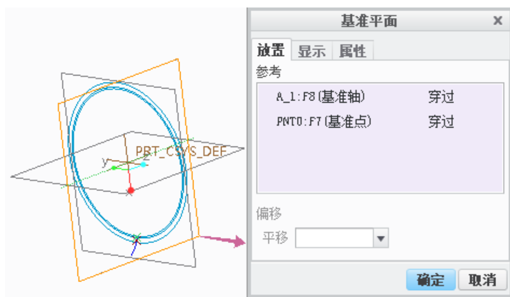


图 6-68 创建基准平面 DTM1

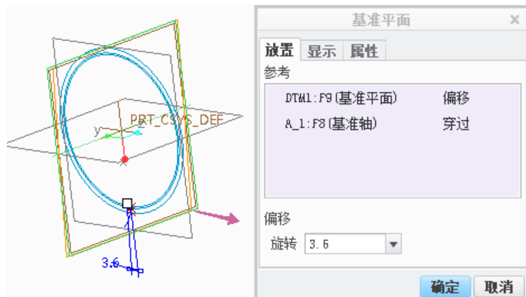


图 6-69 创建基准平面 DTM2

09 在模型树中右击基准平面 DTM2，并在弹出的快捷菜单中选择“编辑尺寸”命令，显示创建该平面时的角度参数（DTM1 与 DTM2 的夹角），如图 6-70 所示。

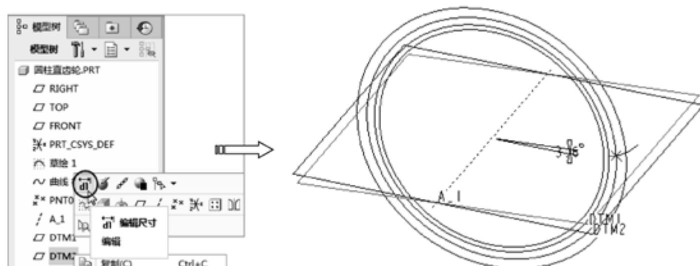


图 6-70 编辑 DTM2 基准平面

10 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮d= 关系，打开“关系”窗口，此时图 6-70 中显示的角度参数将以符号形式显示（本实例中为 d13），为该参数添加关系式“d13=360/(4*z)”，如图 6-71 所示。然后单击“确定”按钮。

技巧点拨：

添加这些关系式的目的在于，当改变齿数 Z 时，DTM2 与 DTM1 的旋转角度会自动根据此关系式做出调整，从而保证齿廓曲线的标准性，这也是参数化设计思想的重要体现。



图 6-71 添加关系

11 镜像渐开线。在工作区中选取已创建的渐开线齿廓曲线，然后单击“镜像”按钮，选择基准平面 DTM2 作为镜像平面，镜像渐开线后的结果如图 6-72 所示。

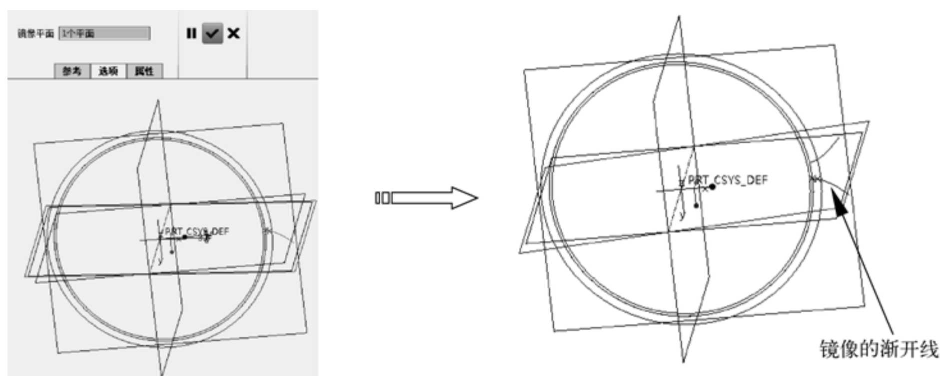


图 6-72　镜像渐开线

2. 创建齿轮实体模型

01 单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。选择基准平面 FRONT 作为草绘平面，进入草绘环境。

- 单击“投影”按钮，弹出“类型”对话框，选择“环”单选按钮，然后在工作区中选择图 6-73 所示的曲线作为草绘剖面，最后单击“确定”按钮，退出草绘环境。

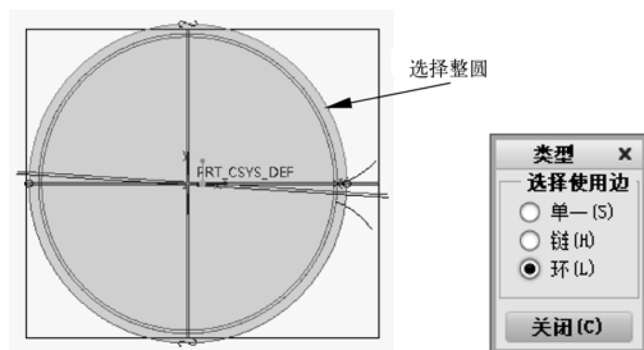


图 6-73　选择曲线环

- 在操控板中输入拉伸深度为“B”，系统弹出询问对话框，单击“是”按钮，确认引入关系式。单击操控板中的“应用”按钮，完成齿顶圆实体的创建，如图 6-74 所示。

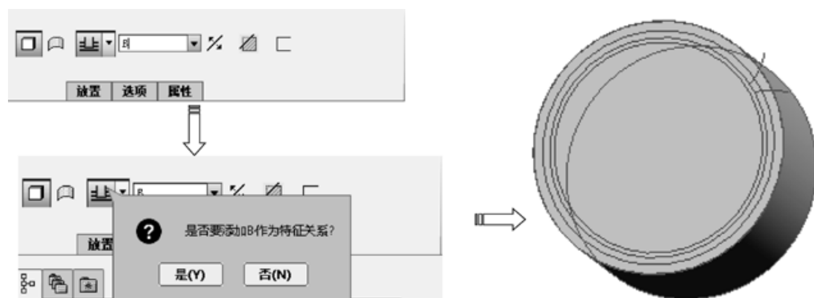


图 6-74　创建齿顶圆实体特征

- 同理，在模型树中选中拉伸实体特征并右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑尺寸”命令，此时将在图形上显示特征的深度参数。在“模型意图”组中单击“关系”按钮 d= 关系，打开“关系”窗口，拉伸深度参数将以符号形式显示（本实例中为 d17）。
- 仿照前面介绍的方法将拉伸深度参数添加到“关系”窗口中，并编辑关系式“d17=B”，如图 6-75 所示。单击“确定”按钮，关闭对话框。



图 6-75 创建关系

02 单击“草绘”按钮，进入草绘环境，选取基准平面 FRONT 作为草绘平面，单击“反向”按钮，确保草绘视图方向指向实体特征，接受其他系统默认参照后进入草绘环境。

- 在草绘环境中单击“使用”按钮，弹出“类型”对话框，选择“单个”单选按钮，使用和按钮并结合绘图工具绘制如图 6-76 所示的二维图形（在两个圆角处添加等半径约束）。单击“完成”按钮，退出二维草绘环境。

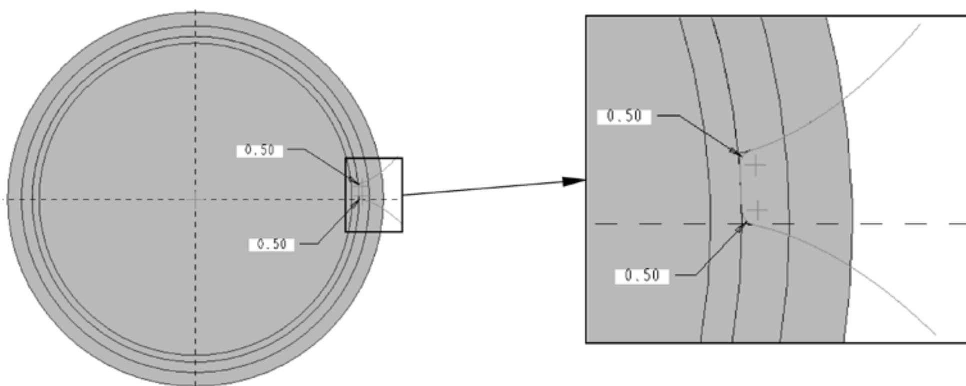


图 6-76 草绘曲线

- 用同样的操作，选中草绘曲线，并单击“编辑尺寸”按钮，显示草绘曲线的两个尺寸。然后为其中一个尺寸创建关系，如图 6-77 所示。

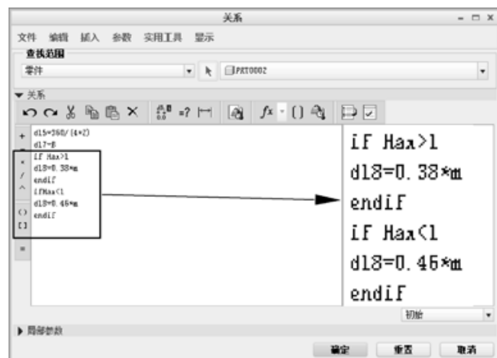


图 6-77　为草绘曲线创建关系

03 单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板。在“放置”选项板中激活“草绘”收集器，然后选择步骤 02 中所创建的草绘曲线作为拉伸特征的截面。最后按照如图 6-78 所示设置特征参数，单击“完成”按钮，创建的第一个齿槽。

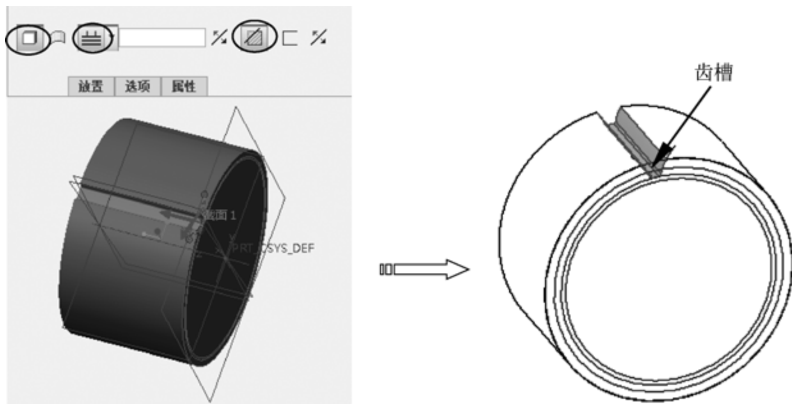


图 6-78　创建第 1 个齿槽

04 在模型树中选中“拉伸 2”。在“模型”选项卡的“操作”组中单击“复制”按钮复制，然后选择“选择性粘贴”命令选择性粘贴。在弹出的对话框中选择☑ 对副本应用移动/旋转变换(A)复选框，单击确定(O)按钮，打开“移动复制”操控板，如图 6-79 所示。

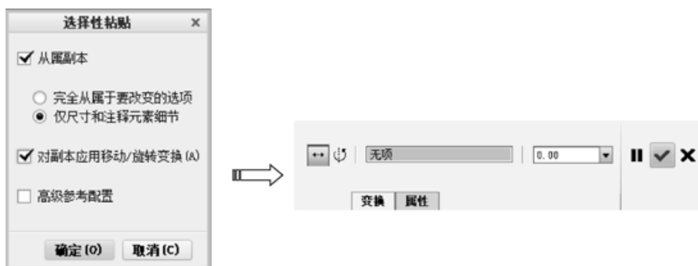


图 6-79　选择要操作的特征

- 在操控板中单击“旋转”按钮，随后在模型树窗口中选取轴 A_1，在操控板中输入旋转角度“360/Z”，在打开的信息框中单击“是”按钮，如图 6-80 所示。

- 然后单击“应用”按钮✓，生成第 2 个齿槽，如图 6-81 所示。

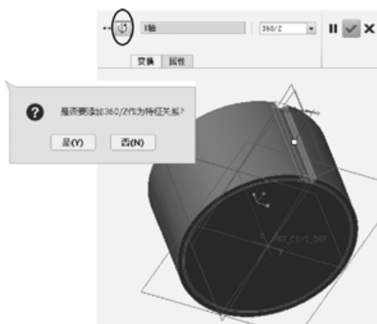


图 6-80　选择操作选项

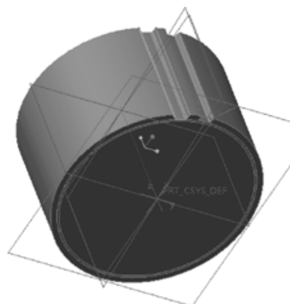


图 6-81　创建第 2 个齿槽

05 在模型树中选择刚创建的组特征（复制后的齿槽），在其上右击，并在弹出的快捷菜单中选择“编辑尺寸”命令，此时在模型中将显示创建复制特征时的基本参数，如图 6-82 所示。

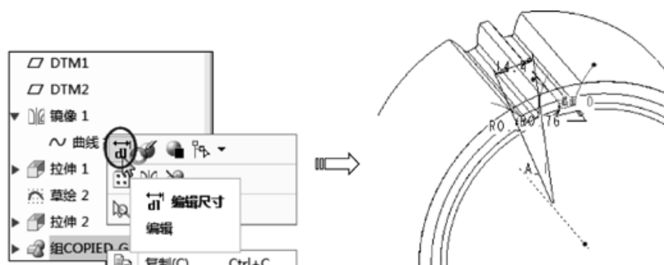


图 6-82　编辑第 2 个齿槽

- 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关系”窗口，此时复制特征时的旋转角度参数以符号形式显示（此处代号为“d25”），将其添加到“关系”窗口中，然后添加关系式“d25=360/Z”，如图 6-83 所示。



图 6-83　添加关系

06 在模型树中选中组，然后单击“阵列”按钮，打开“阵列”操控板。在工作区中选择复制特征时的旋转角度参数作为驱动尺寸，如图 6-84 所示。

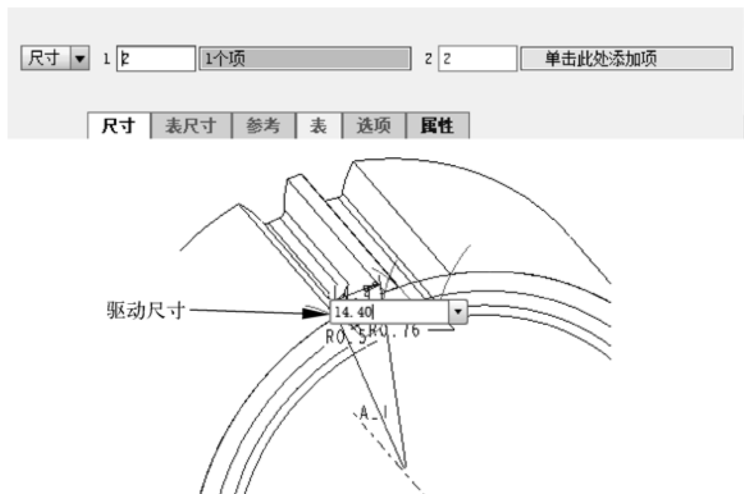


图 6-84　选择驱动尺寸

- 在操控板的“尺寸”选项板中设置第一个方向上的阵列驱动尺寸增量为“14.4”，在操控板中输入阵列特征总数“24”，单击“应用”按钮，生成其余的齿轮槽，如图 6-85 所示。

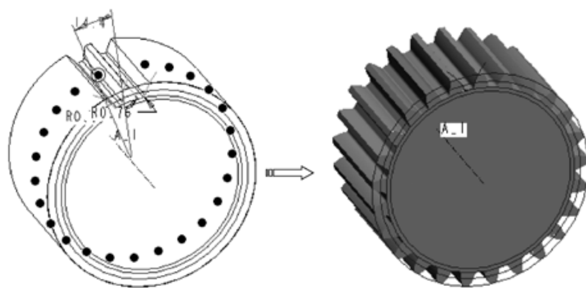


图 6-85　阵列后的齿轮

- 在模型树窗口中选择刚创建的阵列特征并在其上右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑”命令。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关系”窗口，将旋转角度参数（代号为 d27）添加到“关系”窗口中，然后输入关系式“d27=360/Z”，如图 6-86 所示。



图 6-86　创建关系

- 继续将阵列特征总数（代号为 p28）添加到“关系”窗口中，然后输入关系式“p28=Z−1”，如图 6-87 所示。至此，齿轮齿槽创建完毕。



技巧点拨：

此处，如果采用轴阵列方法阵列齿槽结构，可以省去复制齿槽的操作，操作更加简便，读者可以自行练习。

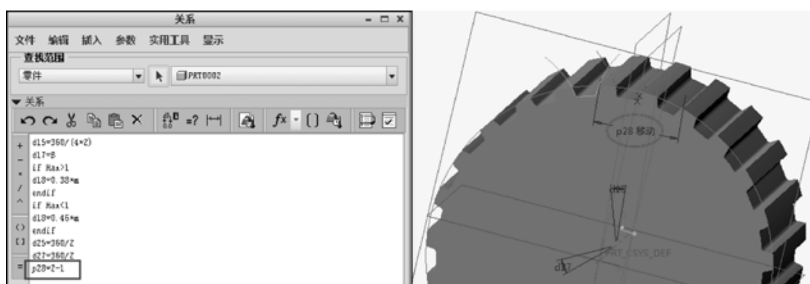


图 6-87　创建关系

07 单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板，选择齿轮表面作为草绘平面，进入草绘环境，如图 6-88 所示。

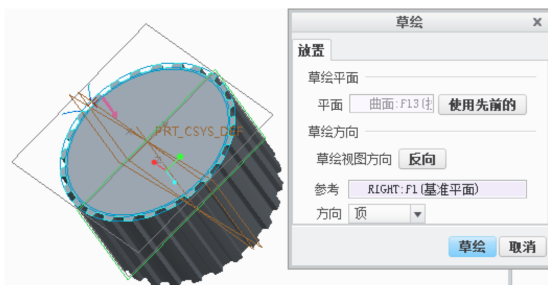


图 6-88　指定草绘平面

- 在草绘平面中绘制直径为“42”的圆，创建减材料拉伸实体特征，设置拉伸深度为“9”，生成如图 6-89 所示的结构。

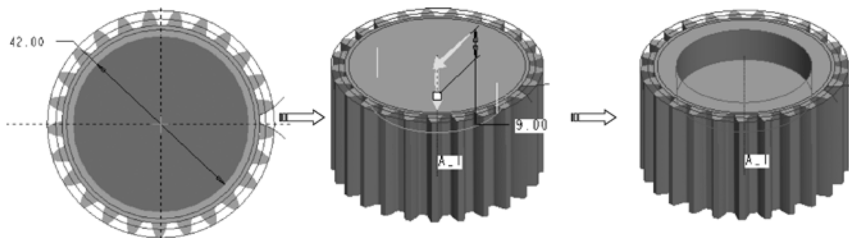


图 6-89　在齿轮上创建切减材料特征

08 在模型树窗口中选中刚刚创建的拉伸减材料特征并右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑齿槽”命令，再在“模型意图”组中单击“关系”按钮 d= 关系，打开“关系”窗口，为拉伸实体特征的两个尺寸输入关系，如图 6-90 所示。

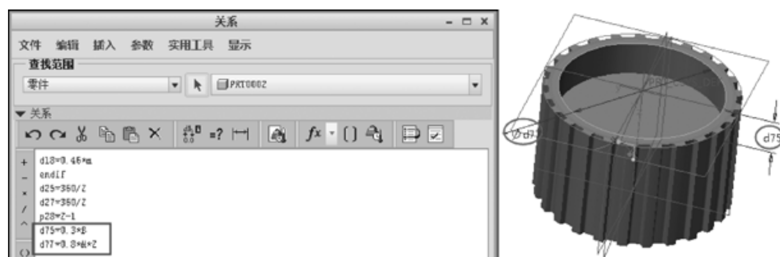


图 6-90　创建关系

09 单击“平面”按钮，弹出“基准平面”对话框，选取基准平面 FRONT 作为参照，在“平移”文本框中输入“B/2”，创建新的基准平面 DTM3，如图 6-91 所示。

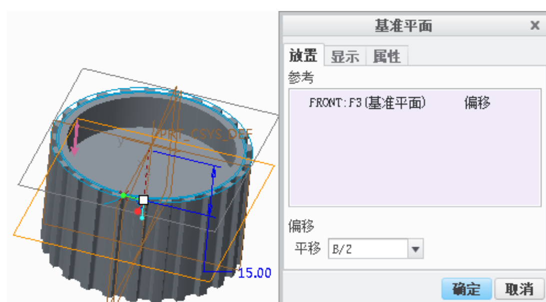


图 6-91　创建基准平面 DTM3

10 选取前面创建的减材料拉伸特征，然后单击“镜像”按钮，选取新建的基准平面 DTM3 作为镜像平面，在齿轮另一侧创建相同的减材料特征，如图 6-92 所示。

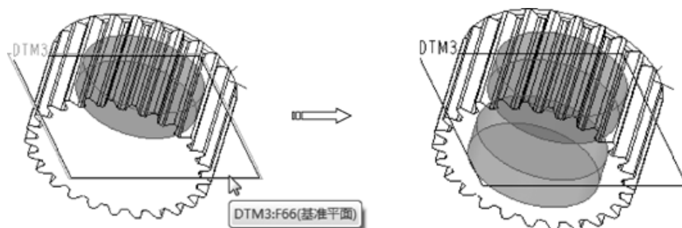


图 6-92　镜像特征

11 单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”操控板，选择如图 6-93 所示的平面作为草绘平面。

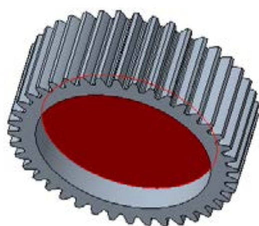
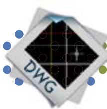


图 6-93　选取草绘平面

● 在草绘平面内绘制图形。退出草绘环境后，设置拉伸深度为“穿透”，创建如图 6-94 所示的减材料特征。



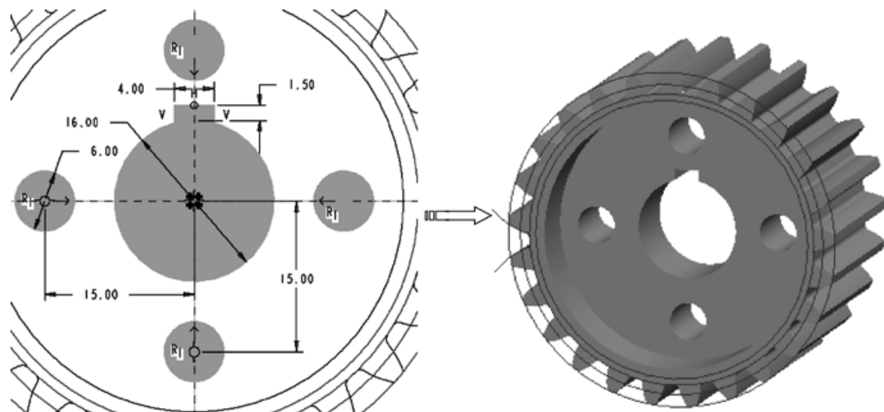


图 6-94　创建减材料特征



技巧点拨：

为了减少关系数量，在绘制 4 个小圆时要在半径之间加入相等约束条件。另外，绘制左方和下方两个圆后，再使用镜像复制的方法创建另外两个圆。

12 在模型树窗口中选中刚刚创建的特征并右击，在弹出的快捷菜单中选择“编辑尺寸”命令，再单击“关系”按钮 d= 关系，打开“关系”窗口，为拉伸实体特征的下列尺寸编辑关系，如图 6-95 所示。

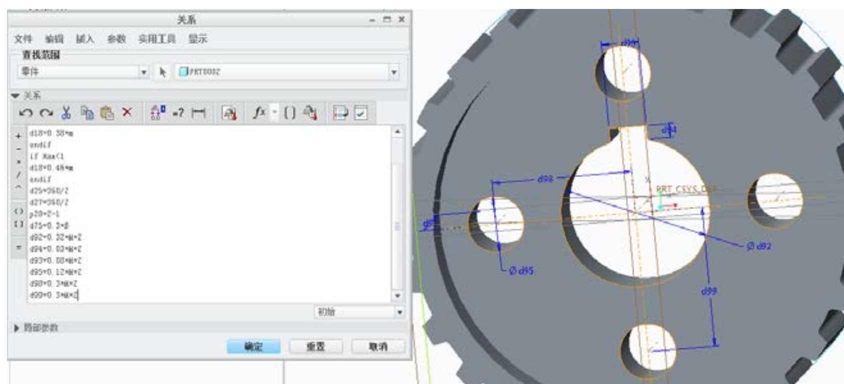


图 6-95　创建关系

- 中心圆孔直径：d66=0.32*M*Z。
- 键槽高度：d68=0.03*M*Z。
- 键槽宽度：d67=0.08*M*Z。
- 小圆直径：d63=0.12*M*Z。
- 小圆圆心到大圆圆心的距离：d64=0.3*M*Z，d65=0.3*M*Z。

13 在模型树单击工具栏中的按钮，打开层树，如图 6-96 所示。

- 在模型树窗口中分别选中 03_PRT_ALL_CURVES 和 04_PRT_ALL_DTM_PNT（选取时按住【Ctrl】键）两个图层，在其上右击，在弹出的快捷菜单中选择“隐藏”命令，隐藏这些基准，如图 6-97 所示。

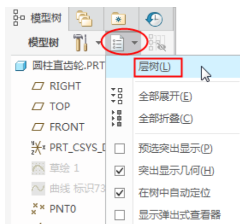


图 6-96　打开层树



图 6-97　选择隐藏的层

- 关闭某些图层后，返回模型树窗口中。

3. 更改齿轮参数

下面对齿轮的参数进行修改。

01 更改齿数 Z。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[]参数，打开“参数”窗口。

- 将与齿轮齿数相对应的参数 Z 的值更改为“40”，然后单击“确定”按钮，关闭对话框。
- 选择“编辑”→“再生”命令或者在工具箱中单击按钮，按照修改后的齿数再生模型，结果对比如图 6-98 和图 6-99 所示。



图 6-98　更改齿数前的齿轮

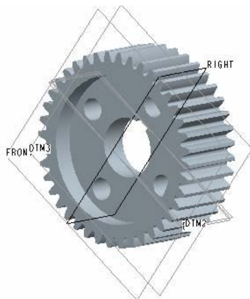


图 6-99　更改齿数后的齿轮

02 更改齿轮模数 M。

- 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[]参数，打开“参数”窗口。
- 将与齿轮模数相对应的参数 M 的值更改为 3。再生后可以看到齿轮变大了（通过与齿厚的对比可以看出），结果对比如图 6-100 和图 6-101 所示。



图 6-100　更改模数前的齿轮

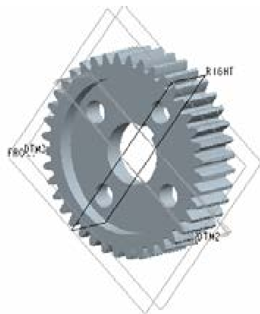


图 6-101　更改模数后的齿轮



03 更改齿宽。

- 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮[] 参数，打开“参数”窗口。
- 将与齿宽相对应的参数 B 的值更改为“20”，结果对比如图 6-102 和图 6-103 所示。

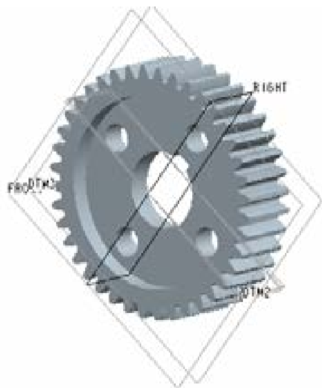


图 6-102　更改齿宽前的齿轮

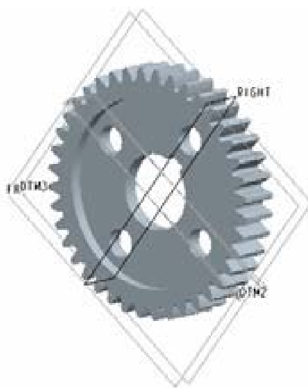


图 6-103　更改齿宽后的齿轮

第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

尺寸参数建模是解决复杂实体造型的优先解决方案。论坛网友提出了许多关系参数化建模的问题，此处列出了两个比较典型的建模问题进行解析。

精华帖 1：参数化建模问题附图片如何绘制？



问题描述

这个建模其实并不复杂，主要运用了关系式驱动曲线，此曲线既有正弦规律，也有圆周规律，称为“环形螺旋线”，一个方程式就可以完成。此方程式如下。

x=(b+c*sin(t*360*n))*cos(t*360)

y=(b+c*sin(t*360*n))*sin(t*360)

z=c*cos(t*360*n)

式中：b 表示螺旋线的中圈半径，c 表示螺旋线半径，n 是圈数，t 是变量参数（0～1）。

结合网友给出的图，假设圆环体的截面半径（就是 C 螺旋线半径）为 10，圆环体半径为

50，螺旋线的圈数是 10 圈，那么方程式就应该表示如下。

x=(50+10*sin(t*360*10))*cos(t*360)

y=(50+10*sin(t*360*10))*sin(t*360)

z=10*cos(t*360*10)

操作演示

01 新建一个零件文件。首先创建圆环体。

02 使用“旋转”工具，在 TOP 平面上绘制草图，创建如图 6-104 所示的圆环体。

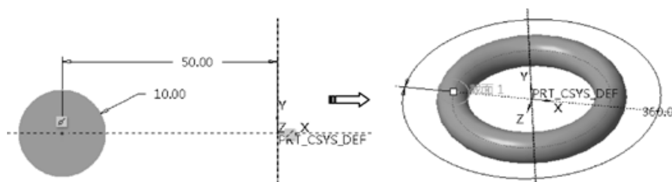


图 6-104　创建圆环体

03 创建环形螺旋线。

- 在“基准”组的下拉列表框中单击“曲线”→“来自方程组的曲线”按钮，打开“曲线：从方程”操控板。
- 选择“笛卡尔”坐标系类型，并拾取图形区中的坐标系。
- 单击“方程”按钮，打开“方程”窗口，输入方程式如图 6-105 所示。

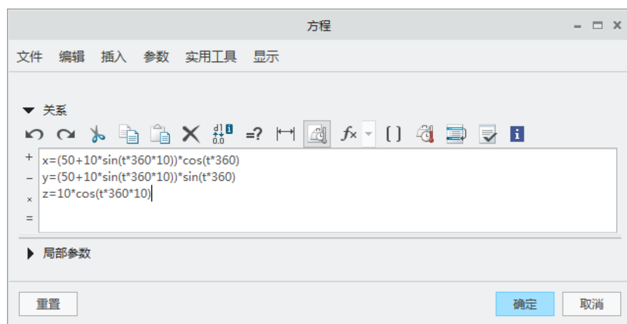


图 6-105　输入环形螺旋线的方程式

- 单击操控板中的“应用”按钮✔，创建环形螺旋线，如图 6-106 所示。

04 新建一个基准点 1，如图 6-107 所示。

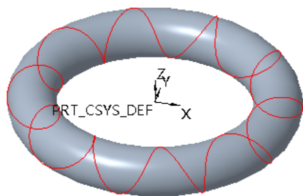


图 6-106　创建环形螺旋线

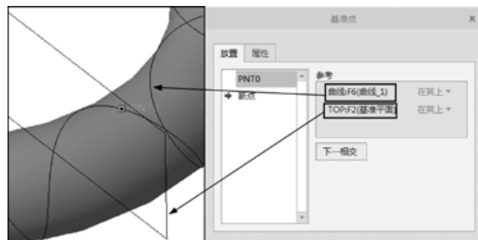


图 6-107　创建基准点

05 新建基准平面 DTM1，选取的参考为环形螺旋线和基准点，如图 6-108 所示。

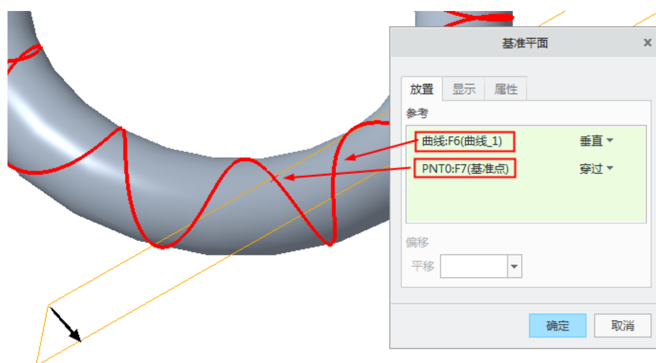


图 6-108　新建基准平面

06 最后利用“扫描”工具扫描，创建扫描特征，选择环形螺旋线为扫描轨迹，绘制扫描截面后创建扫描特征，如图 6-109 所示。

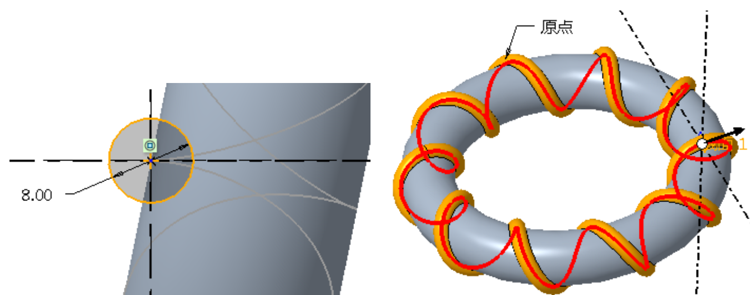


图 6-109　创建扫描特征

精华帖 2：Creo 中如何绘制斜齿轮？

查看: 1226 | 回复: 0

creo绘制斜齿轮 [复制链接]

[redacted]

发表于 [redacted] 23:02:11 | 只看该作者

1# 电梯直达

我是新手菜鸟，参照别人的模型绘制斜齿轮，画到阵列，总是出错找不到原因，求网友们帮忙指点怎么做，或者有没有CREO斜齿轮的视频教程，谢谢啦

列兵

UID 573236

元宝 2 枚

银子 0 枚

铜板 427 枚

主题 1

问题描述

这个锥齿轮的画法其实与前面的建模训练中的直齿轮建模方法是完全相同的，只是方程式有些不同。

鉴于锥齿轮的建模时间较长，这里只提供输入的部分参数。详细设计可以观看本例的锥齿轮建模视频。

操作演示

01 新建一个名为“锥齿轮”的模型文件，然后设置工作目录。

02 在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“参数”按钮，打开“参数”窗口。

03 单击+按钮，将齿轮的各参数依次添加到参数列表框中，添加的参数如表 6-3 所示。

表 6-3　添加的参数

名　称	类　型	数　值	说　明	关系表达式
HA	实数		齿顶高	M*HAX
HF	实数		齿根高	M*(HAX+CX)
H	实数		齿全高	(2*HAX+CX)・M
DELTA	实数		分度圆锥角	ATAN(Z/Z_ASM)
D	实数		分度圆直径	M*Z
DB	实数		基圆直径	D*COS(ALPHA)
DA	实数		齿顶圆直径	D+2*HA*COS(DELTA)
DF	实数		齿根圆直径	D−2*HF*COS(DELTA)
M	实数	3	模数	
Z	实数	20	已知齿轮齿数	
Z_ASM	实数	30	与之啮合齿轮齿数	
ALPHA	实数	20	压力角	
BETA	实数	0	螺旋角	
B	实数	20	齿宽	
HAX	实数	1	齿顶高系数	
CX	实数	0.25	顶隙系数	
X	实数	0	变位系数	
HB	实数		齿基高	(D−DB)/2/COS(DELTA)
RX	实数		锥距	D/SIN(DELTA)
THETA_A	实数		齿顶角	ATAN(HA/RX)
THETA_B	实数		齿基角	ATAN(HB/RX)
THETA_F	实数		齿根角	ATAN(HF/RX)
DELTA_A	实数		顶锥角	DELTA +THETA_A
DELTA _B	实数		根锥角	DELTA−THETA_F
DELTA _F	实数		基锥角	DELTA−THETA_B
BA	实数		齿顶宽	B/COS(FHETA_A)
BB	实数		齿基宽	B/COS(THETA_B)
BF	实数		齿根宽	B/COS(I'HETA_F)

04 添加参数后的“参数”窗口如图 6-110 所示，单击“应用”按钮关闭窗口，保存参数设置。



图 6-110　添加参数后的“参数”窗口

技巧点拨：

锥齿轮参数化建模需要已知锥齿轮齿数 Z、模数 M、与之啮合的齿轮齿数 Z_ASM 和齿宽 B 等参数，可通过直接输入数值实现；直齿锥齿轮渐开线的标准化的参数也需要输入数值，如压力角 ALPHA 为 20，齿顶高系数 HAX 为 1.0，顶隙系数 CX 为 0.25 等。其他参数，如分锥角和分度圆直径等可通过关系表达式计算，为非输入性参数。

对于需要输入的参数，本例以参数 Z=20、Z_ASM=30、B=20、ALPHA=20、HAX=1.0 和 CX=0.25 为例进行参数化建模。

05 设置锥齿轮参数后，还需要定义关系式，以此自动计算并生成表 6-3 中没有添加的数值。在“工具”选项卡的“模型意图”组中单击“关系”按钮，打开“关系”窗口。然后把表 6-3 中列出的关系表达式输入到该窗口中，如图 6-111 所示。

06 最终的结果如图 6-112 所示。

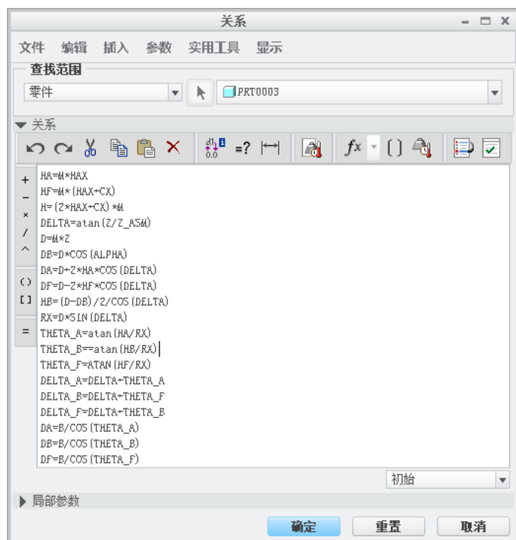


图 6-111　添加关系式

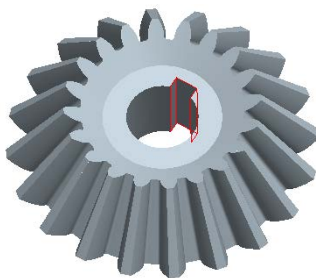


图 6-112　锥齿轮效果图

第 6 节　Creo工程师认证试题

绘图题

（1）设计以下“加湿器喷气嘴罩”模型，图 6-113 所示为原始轨迹曲线，图 6-114 所示为轮廓线，轮廓线变化关系式为：sd3=sin(trajpar*360*10)*10+10。模型厚度为 3，上边边缘圆角半径=1。

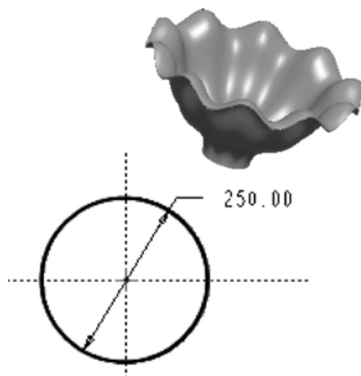


图 6-113　原始轨迹曲线

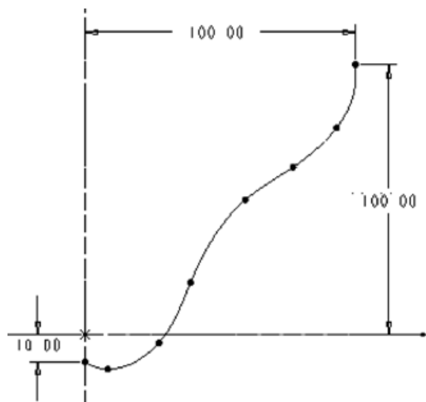


图 6-114　轮廓线

（2）绘制如图 6-115 所示的可乐瓶造型，瓶体外形尺寸如图 6-116 所示，瓶体厚度=1.5，图 6-117 所示为填充曲线剖面尺寸，图 6-118 所示为轮廓线轨迹尺寸，其轨迹变化关系式为：sd7=6+5*sin(trajpar*360*5)（注：sd7 视具体情况而定），图 6-119 所示为螺旋扫描轨迹曲线，螺距值为 3.1，图 6-120 所示为扫描截面曲线，图 6-121 所示为螺旋扫描效果。



图 6-115　可乐瓶造型

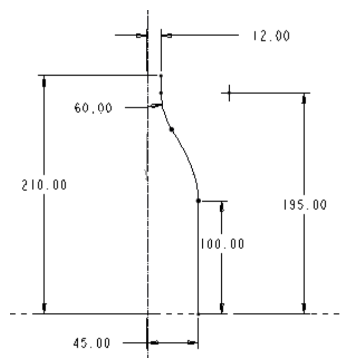


图 6-116　瓶体外形尺寸

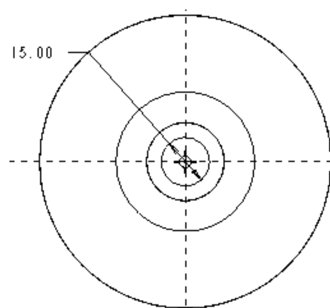


图 6-117　填充曲线剖面尺寸

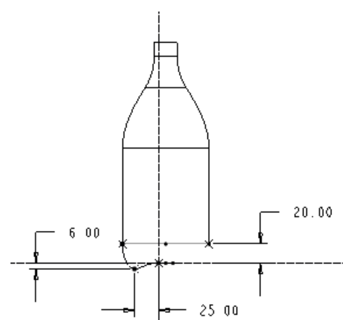


图 6-118　轮廓线轨迹尺寸

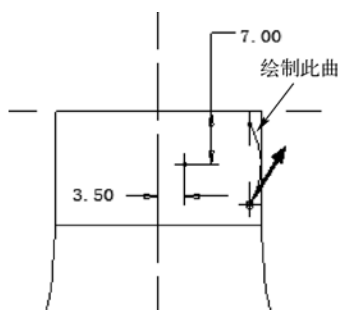


图 6-119　螺旋扫描轨迹曲线

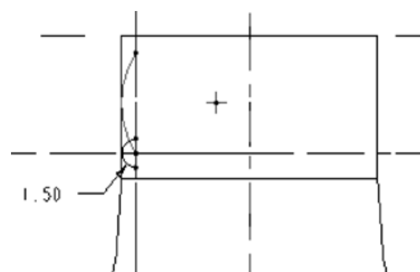


图 6-120　扫描截面曲线

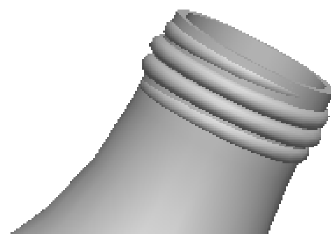


图 6-121　螺旋扫描结果



第 7 章

组件装配设计



本章导读

Creo 中的零件装配是通过定义零件模型之间的装配约束来实现的，也就是在各零件之间建立一定的连接关系，并对其进行约束，从而确定各零件在空间中的具体位置关系。

本章主要介绍装配模块、装配的约束设置、装配的设计修改和分解视图等内容。通过本章的学习，读者可基本掌握装配设计的实用知识和应用技巧。



案例展现

案　例　图	描　述
	无接口的自底向上装配方式。这里要装配的 5 个零件都已经完成，分别为机壳、阀门、阀轴、盖和手柄
	本案例中的装配体结构复杂，装配顺序与拆分时的顺序相反，这样不宜出错。装配体中的零件繁多，其中螺钉与螺母的装配可以用装配阵列的方法以减少工作量。当对各零件之间的相互关系比较难以把握时，为避免在装配后发现问题而再到零件中去修改，可以在装配模式下直接定义新零件，以提高工作效率

第 1 节　Creo组件装配介绍

在 Creo 的装配模式下，不但可以实现装配操作，还可以对装配体进行修改、分析和分解。图 7-1 所示为一个减速轴装配爆炸示意图。

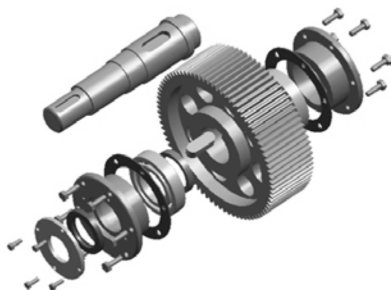


图 7-1　减速轴总装配示意图

一、组件装配方式

通常，有两种组件装配方式。

1. 自底向上装配

自底向上装配时，首先创建好组成装配体的各个元件，在装配模式下将已有的零件或子装配体按相互之间的配合关系直接放置在一起，组成一个新的装配体，也就是装配元件的过程。

2. 自顶向下装配

由顶向下的装配设计与由底向上的设计方法正好相反。设计时，首先从整体上勾画出产品的整体结构关系或创建装配体的二维零件布局关系图，然后再根据这些关系或布局逐一设计出产品的零件模型。



技巧点拨：

前者常用于产品装配关系较为明确，或零件造型较为规范的场合；后者多用于真正的产品设计，即先要确定产品的外形轮廓，然后逐步对产品进行设计上的细化，直至细化到单个零件。

二、装配约束形式

约束是施加在各个零件间的一种空间位置的限制关系，从而保证参与装配的各个零件之间具有确定的位置关系。主要有两种装配约束形式。

1. 无连接接口的装配约束

使用无连接接口的装配约束的装配体上，各零件不具有自由度，零件之间不能做任何相对运动，装配后的产品成为具有层次结构且可以拆卸的整体，但是产品不具有“活动”零件。

这种装配连接称为约束连接。

2. 有连接接口的装配约束

这种装配连接称为机构连接，是使用 Creo 进行机构运动仿真设计的基础。

三、组件装配设计环境

组件装配是在装配模式下完成的，可通过以下方法进入组件装配设计环境，具体操作步骤如下。

01 在功能区中选择“文件”→“新建”命令 新建(N)，或者单击快速访问工具栏中的“新建”按钮，弹出“新建”对话框。

02 在“类型”选项组中选择“装配”单选按钮 装配在“子类型”选项组中选择“设计”单选按钮 设计。

03 在“名称”文本框中输入装配文件的名称，并取消“选择使用默认模板”复选框 使用默认模板，单击“确定”按钮，如图 7-2 所示。

04 弹出“新文件选项”对话框，选择“mmns_asm_design”模板（公制模板），如图 7-3 所示。

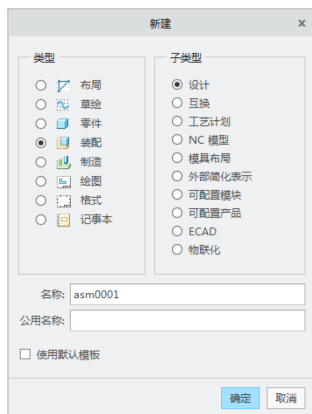


图 7-2　“新建”对话框

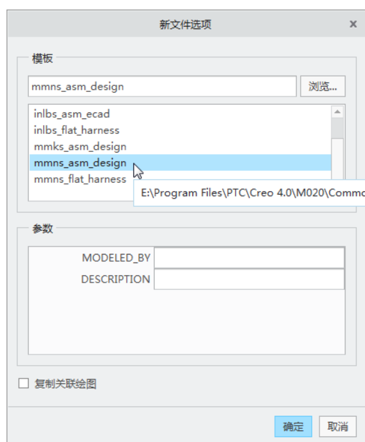


图 7-3　选择公制模板

05 单击“确定”按钮 确定，即可进入装配环境，如图 7-4 所示。

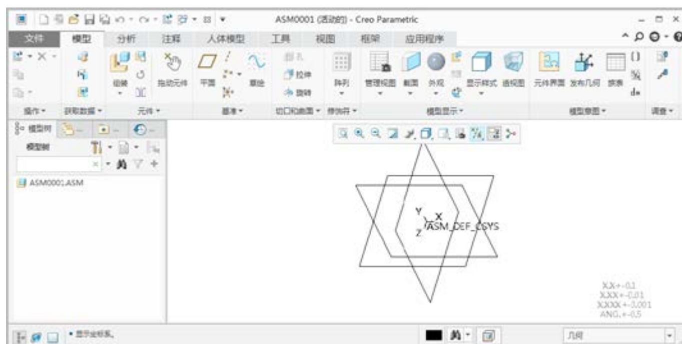


图 7-4　装配环境

在“模型”选项卡的“元件”组中单击“组装”下拉按钮，打开如图 7-5 所示的元件装配下拉列表框，包括 4 个装配工具。另外还可以通过“创建”工具创建子组件。

第 2 节　无连接接口的装配约束

约束装配用于指定新载入的元件相对于装配体指定元件的放置方式，从而确定新载入的元件在装配体中的相对位置。在元件装配过程中，控制元件之间的相对位置时，通常需要设置多个约束条件。

载入元件后，“元件放置”操控板的“放置”选项板中包含 11 种放置约束，如图 7-6 所示。

温馨提示：

Creo 中的“元件”，就是装配体中的组件或子装配。

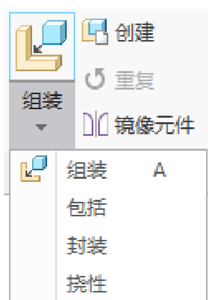


图 7-5　装配工具



图 7-6　装配约束类型

关于装配约束，需要注意以下几点。

- 一般来说，建立一个装配约束时，应选取元件参照和组件参照。元件参照和组件参照是元件和装配体中用于约束定位和定向的点、线、面。例如，通过对齐（Align）约束将一根轴放入装配体的一个孔中，轴的中心线就是元件参照，而孔的中心线就是组件参照。
- 系统一次只添加一个约束。例如，不能用一个“对齐”约束将一个零件上两个不同的孔与装配体中的另一个零件上的两个不同的孔对齐，必须定义两个不同的对齐约束。
- 要使一个元件在装配体中完整地指定放置和定向（即完整约束），往往需要定义数个装配约束。
- 在 Creo 中装配元件时，可以将多于所需的约束添加到元件上。即使从数学的角来说，元件的位置已完全约束，还可能需要指定附加约束以确保装配件达到设计意图。建议将附加约束限制在 10 个以内，系统最多允许指定 50 个约束。

技巧点拨：

在这 11 种约束类型中，如果使用“自动”类型进行元件的装配，则仅需要选择一个约束参照；如果使用“固定”或“默认”约束类型，则只需要选择对应的列表项，而不需要选择约束参照。使用其他约束类型时，需要给定两个约束参照。

1. 配对约束

配对约束使两个曲面或基准平面贴合，且法线方向相反。另外，还可以对配对约束进行偏距、定向和重合的定义。配对约束的 3 种偏移方式含义如下。

- 重合：两个平面重合，法线方向相反，如图 7-7a）所示。
- 定向：两个平面法线方向相反，互相平行，忽略二者之间的距离，如图 7-7b）所示。
- 偏距：两个平面法线方向相反，互相平行，通过输入的间距值控制平面之间的距离，如图 7-7c）所示。

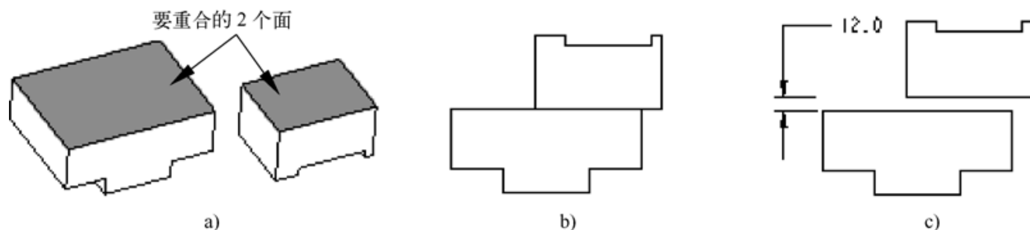


图 7-7　配对约束

a) 重合　b) 定向　c) 偏距

2. 对齐约束

对齐约束使两个平面共面重合、两条轴线同轴或使两个点重合。对齐约束可以选择面、线、点和回转面作为参照，但是两个参照的类型必须相同。对齐约束的参考面也有 3 种偏移方式，即重合、定向和偏距，其含义与配对约束相同。图 7-8 所示为 3 种对齐约束的偏移方式。

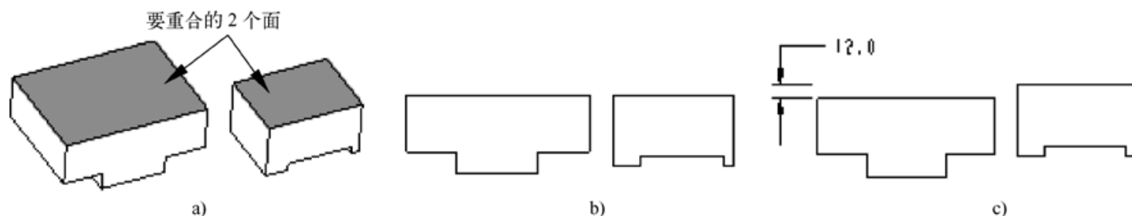


图 7-8　对齐约束

a) 重合　b) 定向　c) 偏距



技巧点拨：

使用“匹配”和“对齐”时，两个参照必须为同一类型（例如，平面对平面、旋转对旋转、点对点、轴线对轴线）。旋转曲面是指通过旋转一个截面或者拉伸一个圆弧/圆而形成的一个曲面。只能在放置约束中使用下列曲面：平面、圆柱、圆锥、环面、球面。

3. 插入约束

当轴选取无效或选取不方便时可以使用插入约束。使用插入约束可以将一个旋转曲面插入到另一个旋转曲面中，实现孔和轴的配合，且使它们的轴线重合。插入约束一般选择孔和轴的旋转曲面作为参照面，如图 7-9 所示。

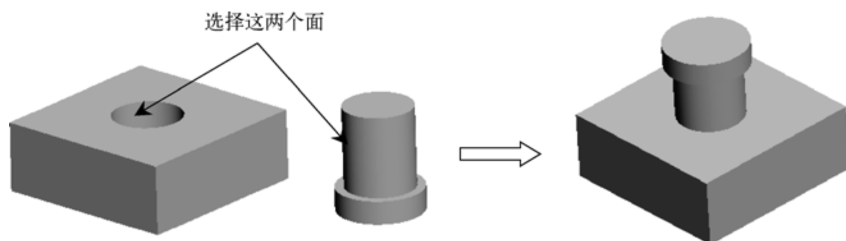


图 7-9　插入约束

4. 坐标系约束

使用坐标系约束，可将两个元件的坐标系对齐，或者将元件的坐标系与装配件的坐标系对齐，即一个坐标系中的 X 轴、Y 轴、Z 轴与另一个坐标系中的 X 轴、Y 轴、Z 轴分别对齐，如图 7-10 所示。

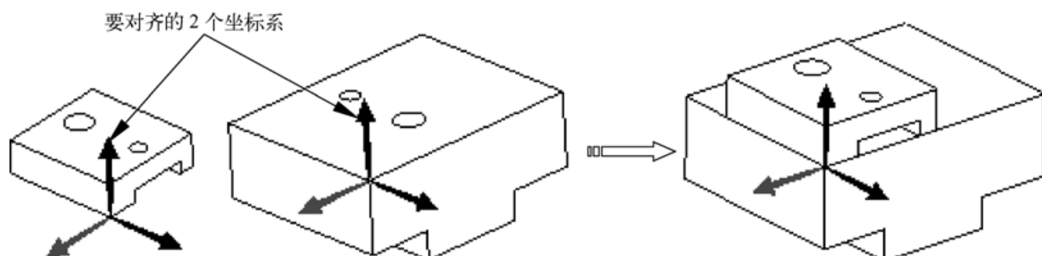


图 7-10　坐标系约束

技巧点拨：

坐标系约束是比较常用的一种方法，特别是在数控加工中，装配模型时大都选择此种约束类型，即加工坐标系与零件坐标系重合/对齐。

5. 相切约束

相切约束可以控制两个曲面在切点的接触。该约束的功能与配对功能相似，但该约束配对曲面，而不对齐曲面。该约束的一个应用实例为轴承的滚珠与其轴承内外套之间的接触点。相切约束需要选择两个面作为约束参照，如图 7-11 所示。

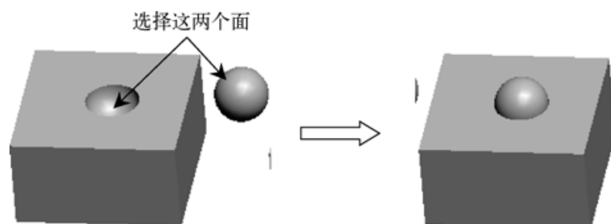


图 7-11　相切约束

6. 直线上的点约束

使用直线上的点约束可以控制边、轴或基准曲线与点之间的接触。点可以是基准点或顶点，线可以是边、轴或基准轴线。直线上的点约束如图 7-12 所示。

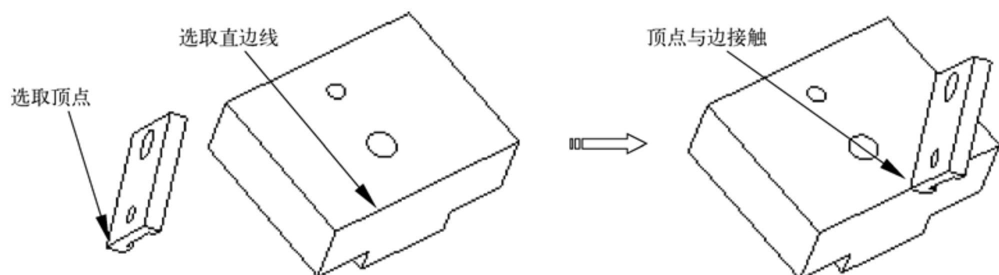


图 7-12　直线上的点约束

7. 曲面上的点约束

使用曲面上的点约束可以控制曲面与点之间的接触。点可以是基准点或顶点，面可以是基准面或零件的表面。曲面上的点约束如图 7-13 所示。

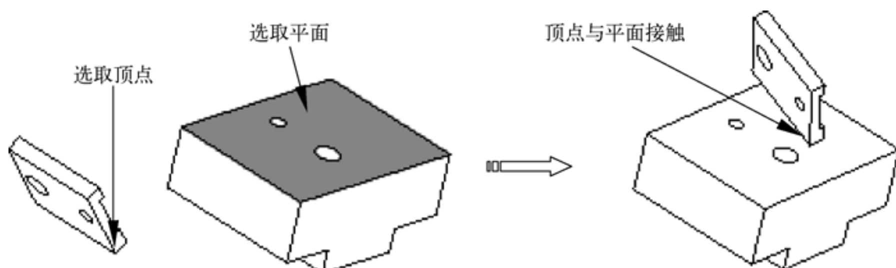


图 7-13　曲面上的点约束

8. 曲面上的边约束

使用曲面上的边约束可以控制曲面与平面边界之间的接触。面可以时基准面或零件的表面，边为零件或者组件的边线。曲面上的边约束如图 7-14 所示。

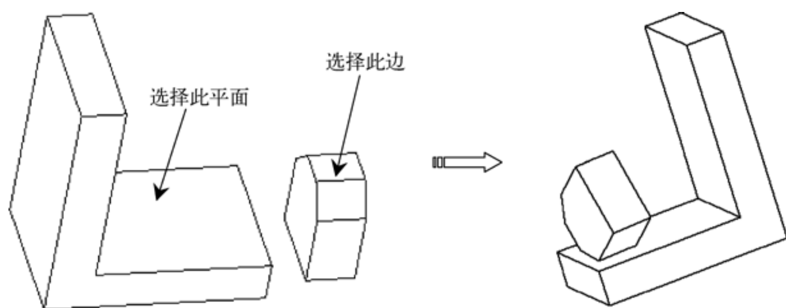


图 7-14　曲面上的边约束

9. 固定约束

将元件固定在当前位置。组件模型中的第一个元件常使用这种约束方式。

10. 默认约束

默认约束将系统创建的元件的默认坐标系与系统创建的组件的默认坐标系对齐。

上机操作——装配螺钉

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch07\螺钉装配.asm
演示视频路径：\视频\Ch07\螺钉装配.avi

下面通过简单的螺钉装配案例，详解如何进行装配。

01 创建工作目录。

02 新建一个名为“螺钉装配”的组件装配文件，并选择公制模板，进入装配环境中。

03 单击“组装”按钮，将第 1 个组件“repeat1”打开。

04 在操控板中选择一般装配约束类型为“默认”，然后单击“应用”按钮，完成装配定义，如图 7-15 所示。



技巧点拨：

装配第 1 个组件大都采用默认的装配方式。第 1 个组件也是总装配体中的主组件，其余的组件均由此组件进行约束参考。

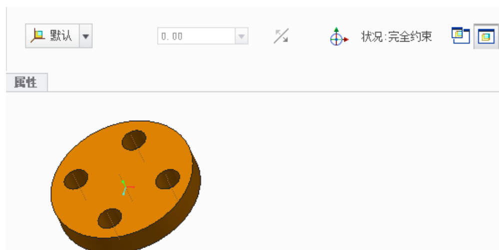


图 7-15　默认装配第 1 个组件

05 打开第 2 个组件“repeat2”，在操控板中首先选择“重合”约束，然后再选择螺钉的台阶端面和第 1 个组件平面进行平行，并单击“反向”按钮，更改装配方向，如图 7-16 所示。

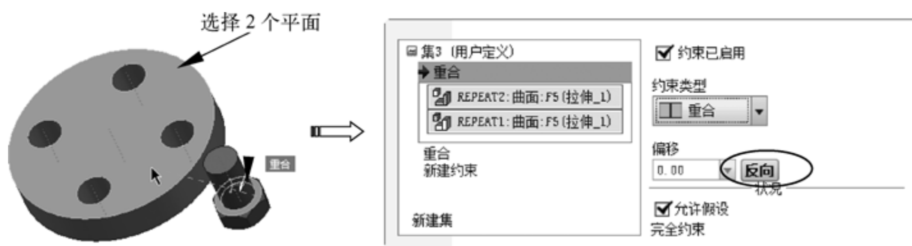


图 7-16　重合约束



技巧点拨：

当更改装配方向后，“重合”约束自动转变为“配对”约束。因为螺钉台阶面不但与第 1 个组件重合，而且还约束了装配方向。

06 更改约束方向后的效果如图 7-17 所示。随后选择螺钉柱面和第 1 个组件上的内孔面进行配对，如图 7-18 所示。

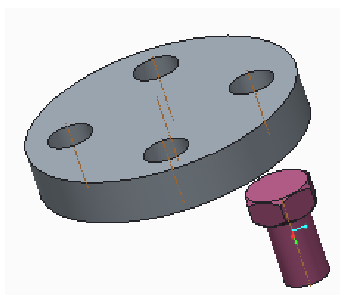


图 7-17　更改装配方向后的效果

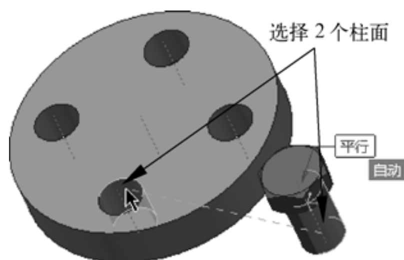


图 7-18　选择配对约束的条件

07 最后单击操控板中的“应用”按钮，完成螺钉的装配。如图 7-19 所示。

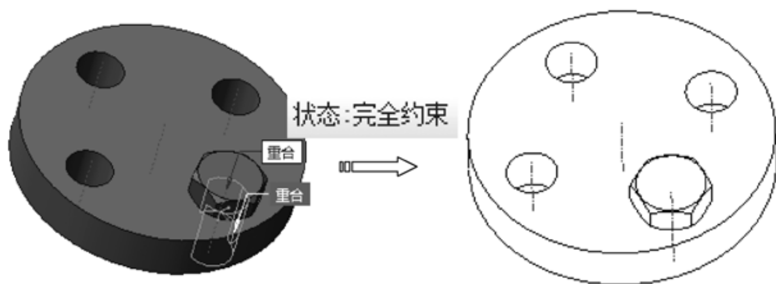


图 7-19　完成螺钉的装配

08 在模型树中选中螺钉并右击，在弹出的快捷菜单中选择“重复”命令，弹出“重复元件”对话框，如图 7-20 所示。

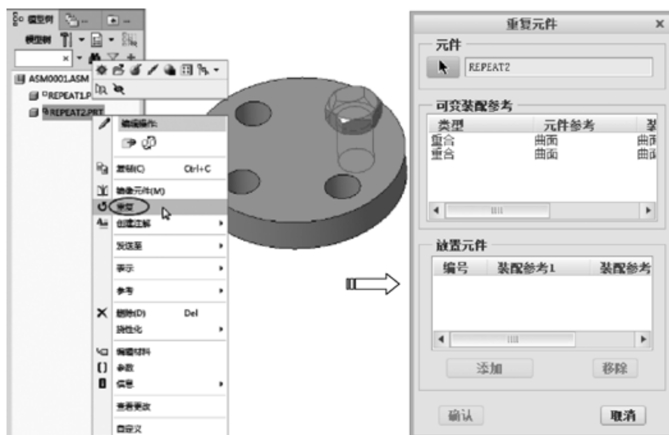


图 7-20　选择“重复”命令

09 在“重复元件”对话框中，按住【Ctrl】键选择“可变组件参照”选项组中的第 2 个“配对”约束，然后单击“添加”按钮，如图 7-21 所示。



技巧点拨：

这里有两个约束可以选择，一个是对齐约束，另一个是配对约束。对齐约束无法保证第 2 个螺钉的具体位置，因此只能选择第 2 个约束——配对约束作为新元件的参考。



10 然后为新元件指定匹配曲面，这里选择主装配部件中其余孔的柱面，选择后自动复制新元件到指定的位置，如图 7-22 所示。



图 7-21　添加新事件

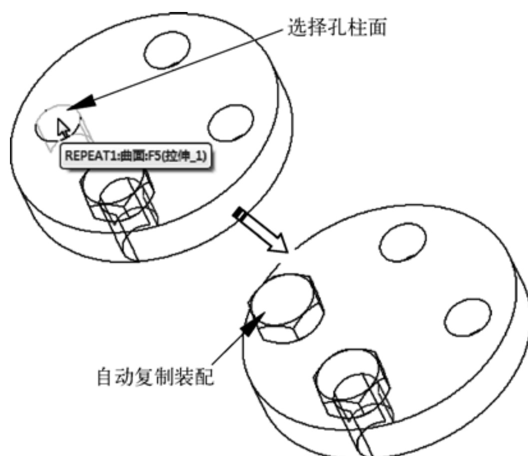


图 7-22　选择新元件的匹配曲面

11 同理，继续创建其余孔的柱面并完成所有螺钉的重复装配，结果如图 7-23 所示。最后单击“确定”按钮，关闭“重复元件”对话框。

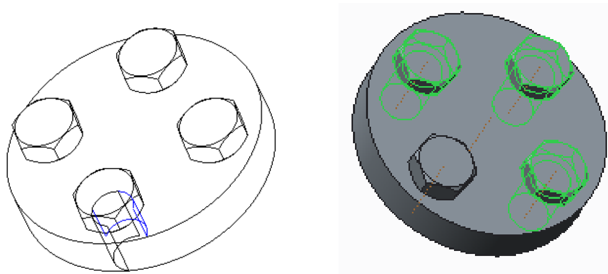


图 7-23　完成螺钉的重复装配

12 将装配的结果保存在工作目录中。

第 3 节　有连接接口的装配约束

传统的装配元件方法是给元件加入各种固定约束，将元件的自由度减少到 0，因此元件的位置被完全固定，这样装配的元件不能用于运动分析（基体除外）。另一种装配元件的方法是给元件加入各种组合约束，如“销钉”“圆柱”“刚体”和“球”等，使用这些组合约束装配的元件，因自由度没有完全消除（刚体、焊接和常规除外），元件可以自由移动或旋转，这样装配的元件可用于运动分析。这种装配方式称为连接装配。

在“元件放置”操控板中，展开“用户定义”下拉列表框，列出系统定义的连接装配约束形式，如图 7-24 所示。

对选定的连接类型进行约束设定时的操作与上一节的约束装配操作相同，因此以下内容着重介绍各种连接的含义，以便在进行机构模型的装配时选择正确的连接类型。



图 7-24　连接装配的约束类型

1. 刚性连接

刚性连接用于连接两个元件，使其无法相对移动，连接的两个元件之间的自由度为零。连接后，元件与组件成为一个主体，相互之间不再有自由度。如果刚性连接没有将自由度完全消除，则元件将在当前位置被“粘”在组件上。如果将一个子组件与组件使用刚性连接，子组件内各零件也将一起被“粘”住，其原有自由度不起作用，总自由度为 0，如图 7-25 所示。



图 7-25　“刚性”连接类型

2. 销连接

销连接由一个轴对齐约束和一个与轴垂直的平移约束组成。元件可以绕轴旋转，具有 1 个旋转自由度，总自由度为 1。轴对齐约束可选择直边、轴线或圆柱面，可反向；平移约束可以是两个点对齐，也可以是两个平面的对齐/配对，当为平面对齐/配对时，可以设置偏移量，如图 7-26 所示。

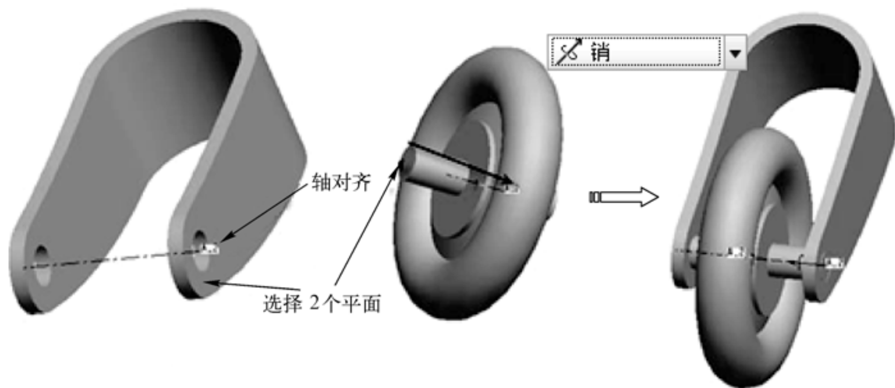


图 7-26　“销”连接

3. 滑块连接

滑块连接即滑动杆连接形式，由一个轴对齐约束和一个旋转约束（实际上就是一个与轴平行的平移约束）组成。元件可滑轴平移，具有 1 个平移自由度，总自由度为 1。轴对齐约束可选择直边、轴线或圆柱面，可反向。旋转约束选择两个平面，偏移量根据元件所处位置自动计算，可反向，如图 7–27 所示。

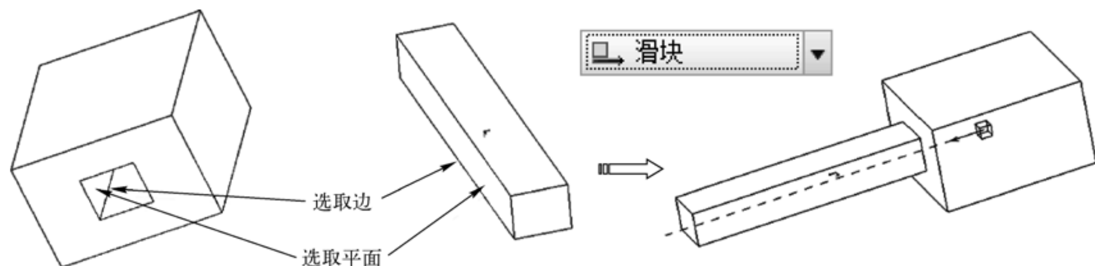


图 7–27 “滑块”连接

4. 圆柱连接

圆柱连接由一个轴对齐约束组成。由于比销钉约束少了一个平移约束，因此元件可绕轴旋转，同时可沿轴向平移，具有 1 个旋转自由度和 1 个平移自由度，总自由度为 2。轴对齐约束可选择直边、轴线或圆柱面，可反向，如图 7–28 所示。

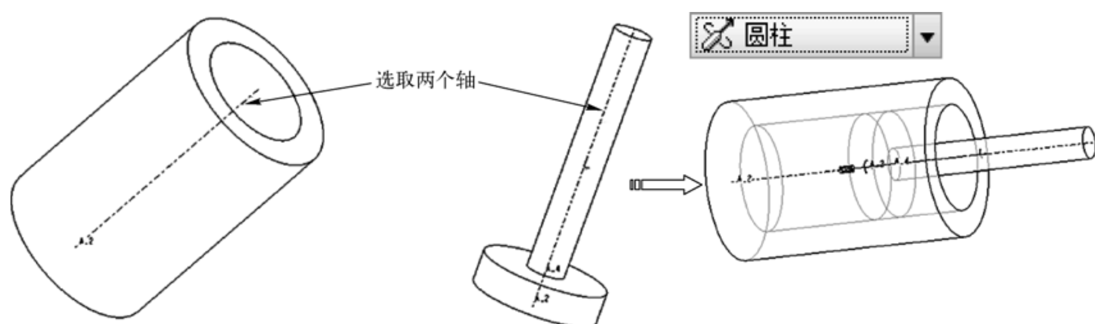


图 7–28 “圆柱”连接

5. 平面连接

平面连接由一个平面约束组成，也就是确定了元件上某平面与组件上某平面之间的距离（或重合）。元件可绕垂直于平面的轴旋转并在平行于平面的两个方向上平移，具有 1 个旋转自由度和 2 个平移自由度，总自由度为 3。可指定偏移量，可反向，如图 7–29 所示。

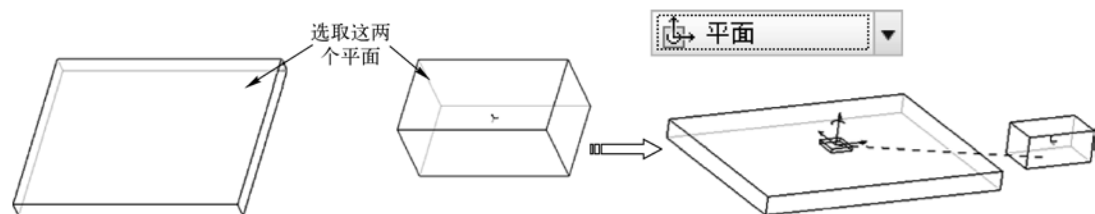


图 7–29 “平面”连接

6. 球连接

球连接由一个点对齐约束组成。元件上的一个点对齐到组件上的一个点，比轴承连接少了一个平移自由度，可以绕着对齐点任意旋转，具有 3 个旋转自由度，总自由度为 3，如图 7-30 所示。

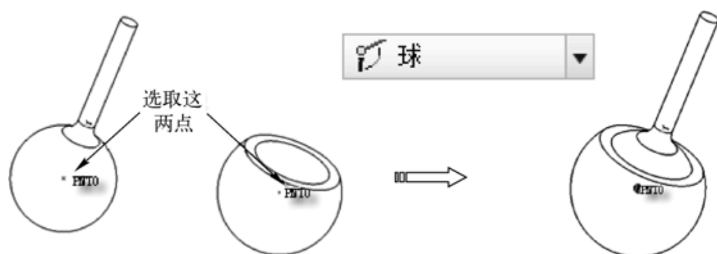


图 7-30 “球”连接

7. 焊缝连接

焊缝连接使两个坐标系对齐，元件自由度被完全消除，总自由度为 0。连接后，元件与组件成为一个主体，相互之间不再有自由度。如果将一个子组件与组件使用焊缝连接，子组件内的各零件将参照组件坐标系按其原有自由度起作用，如图 7-31 所示。

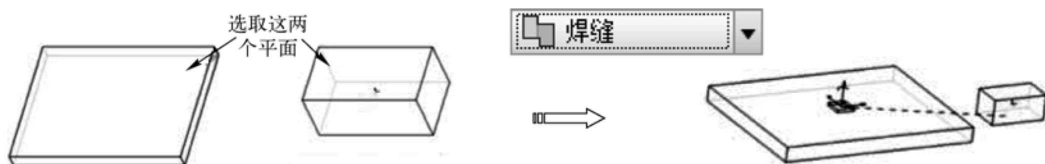


图 7-31 “焊缝”连接

8．轴承连接

轴承连接由一个点对齐约束组成。它与机械上的“轴承”不同，是元件（或组件）上的一个点对齐到组件（或元件）上的一条直边或轴线上，因此元件可沿轴线平移并任意方向旋转，具有 1 个平移自由度和 3 个旋转自由度，总自由度为 4，如图 7-32 所示。

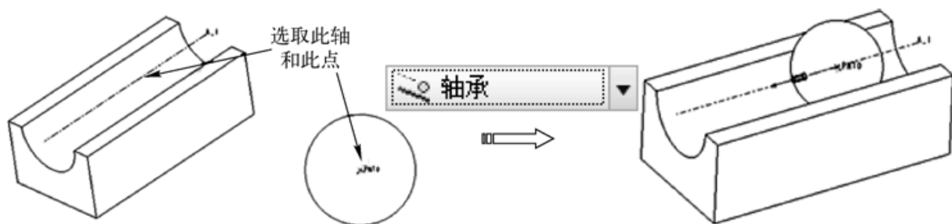


图 7-32 “轴承”连接

9．常规连接

常规连接选取自动类型约束的任意参照来建立连接，有一个或两个可配置约束，这些约束和用户定义集中的约束相同。“相切”“曲线上的点”和“非平面曲面上的点”不能用于此

连接。

10．6DOF连接

6DOF 连接需满足“坐标系对齐”约束关系，不影响元件与组件相关的运动，因为未应用任何约束。元件的坐标系与组件中的坐标系对齐。X、Y 和 Z 组件轴是允许旋转和平移的运动轴。

11．槽连接

槽连接包含一个“点对齐”约束，允许沿一条非直的轨迹旋转。此连接有 4 个自由度，其中点在 3 个方向上遵循轨迹运动。对于第 1 个参照，在元件或组件上选择一点。所参照的点遵循非直参照轨迹。



上机操作——装配曲柄滑块机构

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch07\曲柄滑块机构.asm
演示视频路径：\视频\Ch07\装配曲柄滑块机构.avi

本练习以曲柄滑块机构的装配设计为例，介绍各种连接接口在组件装配中的应用。装配完成的曲柄滑块机构如图 7-33 所示。

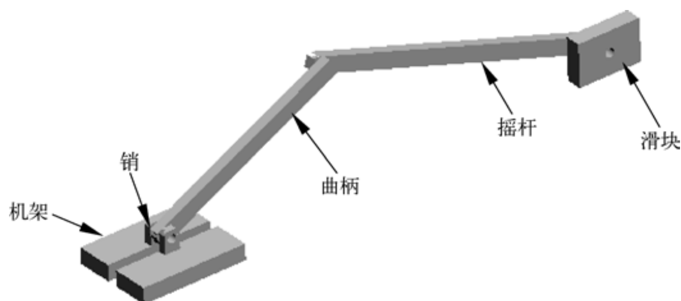


图 7-33　曲柄滑块机构的装配过程



温馨提示：

在进行曲柄滑块机构装配时，必须注意以下几个设计要点。

1）熟练使用“销”连接。在有连接接口的装配设计中，“销”连接类型最常用。

2）注意有连接接口装配和无连接接口装配在实质上的区别。在有连接接口装配中，连接的两个元组件间有一定的运动关系，主要用于运动机构之间的连接；在无连接接口装配中，装配的两个元组件之间则没有运动关系，即装配的两个元组件间的相对位置是固定不变的。

3）在进行装配设计之前，设计者首先应该了解该产品的运动状况，只有了解机构的运动情况，才能正确选择连接接口类型。

01 创建工作目录。

02 单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框。然后新建一个名为“曲柄滑块机构”的组件设计文件。选择公制模板“mmns_asm_design”并进入装配模式中，如图 7-34 所示。

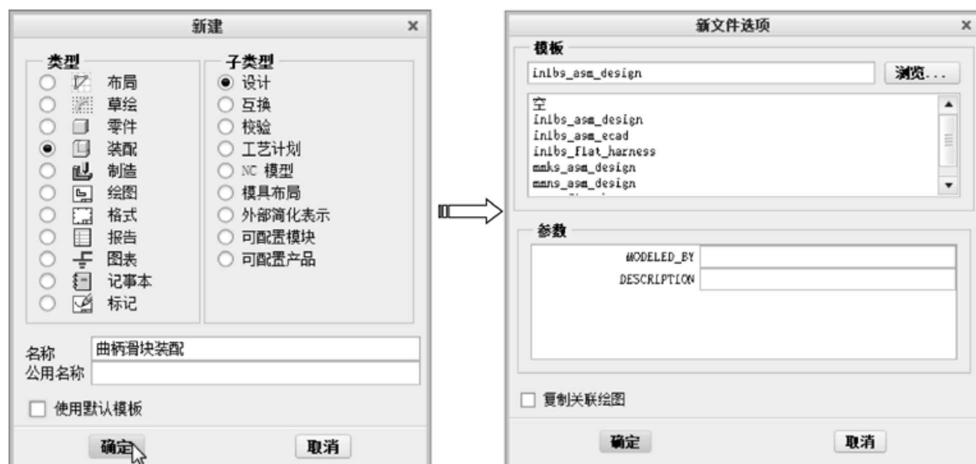


图 7-34　新建组件装配文件

03 在“元件”组中单击“组装”按钮，打开本例的曲柄滑块机构零件文件“\上机操作\源文件\Ch07\曲柄滑块装配\work.prt”。

04 在打开的“装配”操控板中，设置“无连接接口”的装配约束为“默认”，把曲柄滑块机构机架固定在系统默认的位置，再单击“应用”按钮，完成曲柄滑块机构机架的装配，如图 7-35 所示。

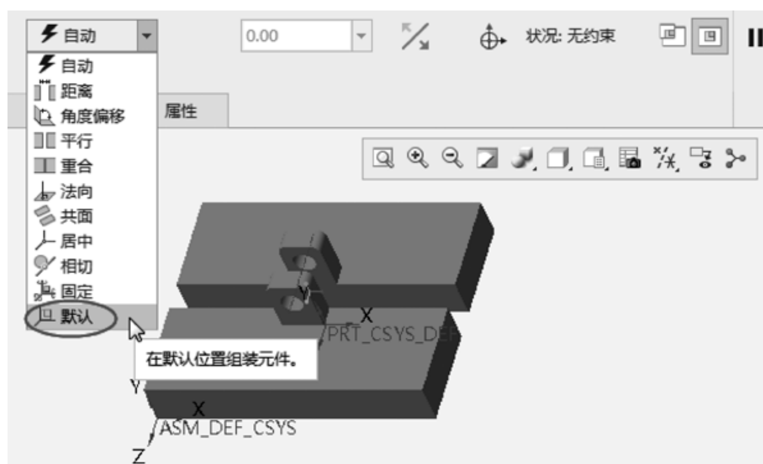


图 7-35　默认装配机架

05 再单击“组装”按钮，将 brace（曲柄）组件载入进来。

- 在操控板的“有连接接口”的下拉列表框中选择“销”连接类型，然后分别选取如图 7-36 所示的两轴作为轴对齐约束参照。
- 再选择曲柄上的侧面和机架轴孔侧面作为一组“平移”约束，进行重合装配，结果如图 7-37 所示。
- 建立两组约束后，完成连接定义，可以通过在“移动”选项板中设置运动类型为“旋转”，使曲柄绕机架旋转一定的角度，如图 7-38 所示。

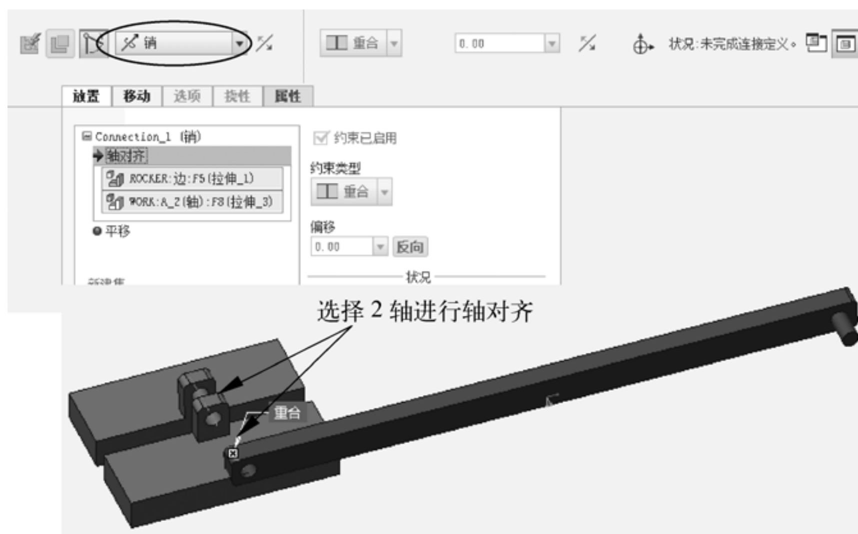


图 7-36 选取轴对齐约束参照

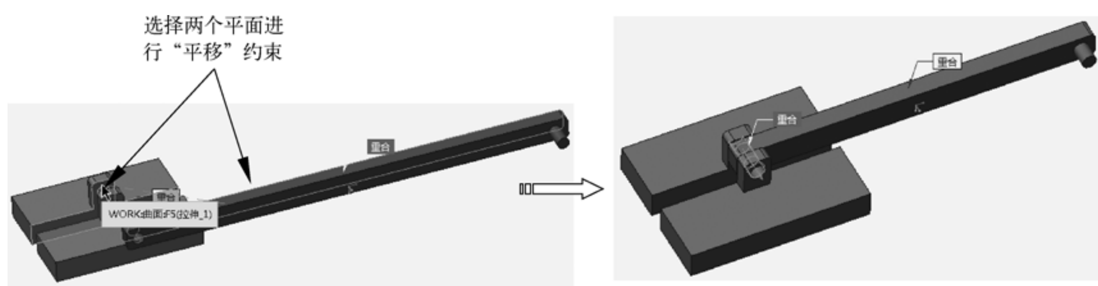


图 7-37 选择两个平面进行“平移”约束

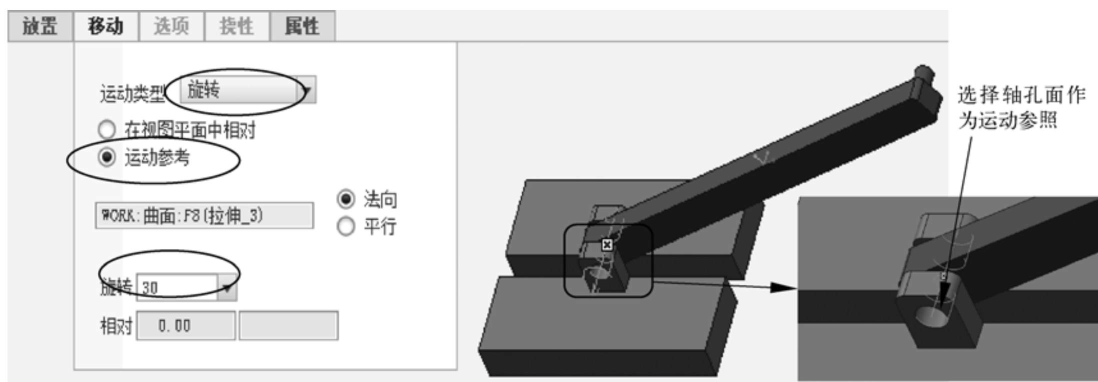


图 7-38 旋转曲柄

06 接下来装配销钉。单击“组装”按钮，打开 pin（销钉）组件文件。

- 同理，销钉的装配约束与曲柄的装配约束是相同的，也是“销”约束类型，并分别进行轴对齐约束（如图 7-39 所示）和平移约束（如图 7-40 所示）。

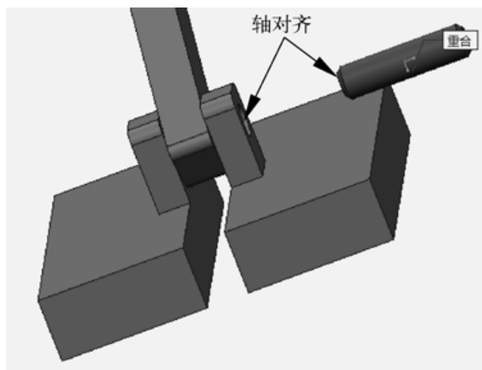


图 7-39　轴对齐约束

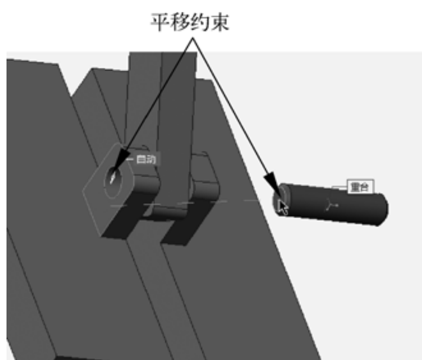


图 7-40　平移约束

● 平移约束时，将“重合”修改为“偏移”，并设置“偏移”值为 2.5，最后单击“应用”按钮，完成装配，结果如图 7-41 所示。

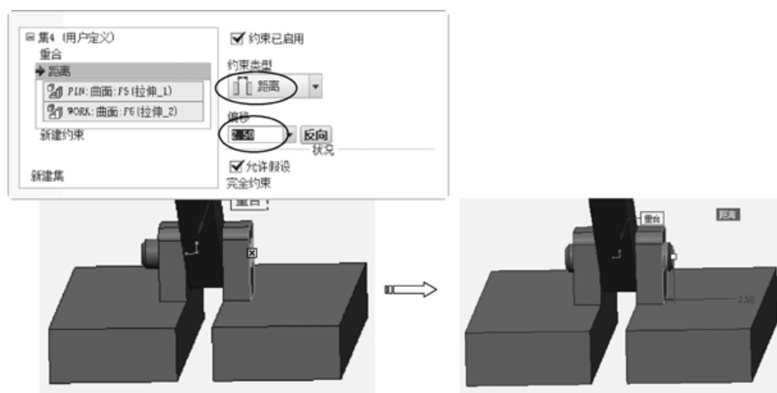


图 7-41　完成销钉的装配

07 下面装配摇杆。打开 rocker（摇杆）组件文件，然后使用“销”装配约束类型，将其与曲柄进行轴对齐约束和平移约束，装配结果如图 7-42 所示。

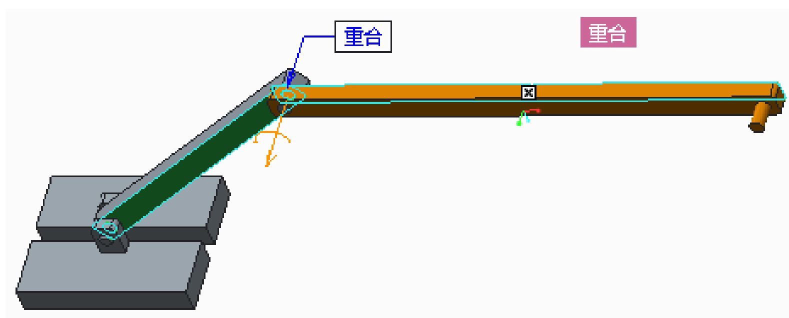


图 7-42　为装配摇杆添加“轴对齐”和“平移”约束

08 在装配操控板的“移动”选项板中，将摇杆绕曲柄旋转一定的角度，并完成摇杆的装配，如图 7-43 所示。

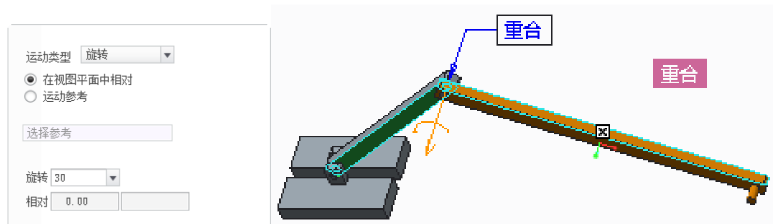


图 7-43　旋转摇杆并完成装配



技巧点拨：

如果两个组件之间已经存在旋转轴（在图 7-43 中可以看见旋转的箭头示意图）。可以按“在视图平面中相对”方法来手动旋转组件。

09 最后装配滑块，打开组件文件“talc.prt”。在操控板中选择“销”约束类型，然后在滑块与摇杆之间进行轴对齐约束和平移约束，如图 7-44 所示。

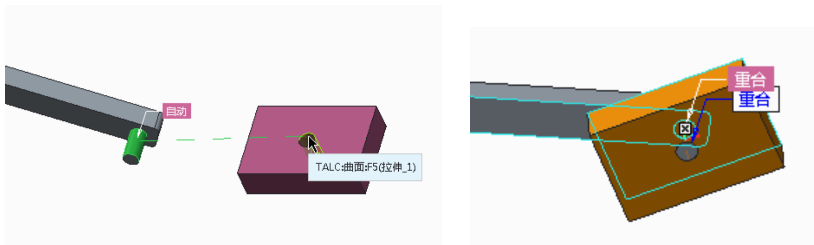


图 7-44　“轴对齐”约束和“平移”约束

10 最终装配完成后的结果如图 7-45 所示。将总的装配体文件保存在工作目录中即可。

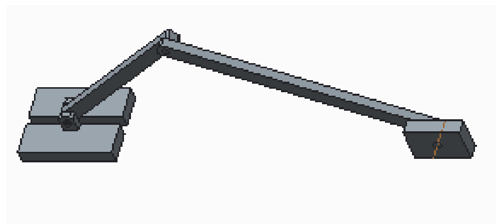


图 7-45　最终的装配结果

第 4 节　建立爆炸视图

装配好零件模型后，有时候需要分解组件来查看组件中各个零件的位置状态，称为分解图，又称爆炸视图，是将模型中的元件沿着直线或坐标轴旋转和移动而得到的一种表示视图，如图 7-46 所示。

通过爆炸视图可以清楚地表示装配体内各零件的位置和装配体的内部结构，爆炸视图仅影响装配体的外观，并不改变装配体内零件的装配关系。对于每个组件，系统会根据使用的

约束产生默认的分解视图。但是默认的分解图通常无法贴切地表现各元件的相对方位，必须通过编辑位置来修改分解位置，这样不仅可以为每个组件定义多个分解视图，以便随时使用任意一个已保存的视图，还可以为组件的每个绘图视图设置一个分解状态。

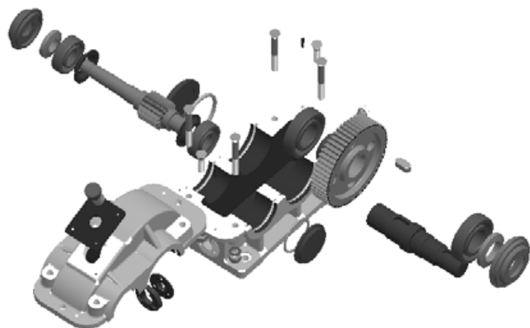


图 7-46　爆炸视图

生成指定分解视图时，系统将按照默认方式执行分解操作。当创建或打开一个完整的装配体后，在“模型”选项卡的“模型显示”组中单击“分解图”按钮分解视图，系统将执行自动分解操作。在“模型显示”组中单击编辑位置按钮，打开“分解工具”操控板，如图 7-47 所示。

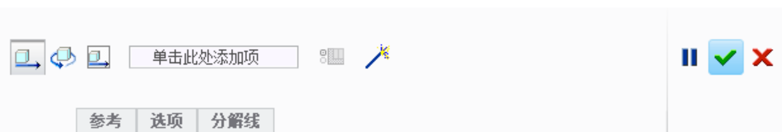


图 7-47　“分解工具”操控板

利用“分解工具”操控板，选定需要移动或旋转的零件及运动参照，适当调整各零件位置，得到新的组件分解视图，如图 7-48 所示。

在分解视图中建立零件的偏距线，可以清楚地表示零件之间的位置关系，利用此方法可以制作产品说明书中的插图。图 7-49 所示为使用偏距线标注零件安装位置的示例。

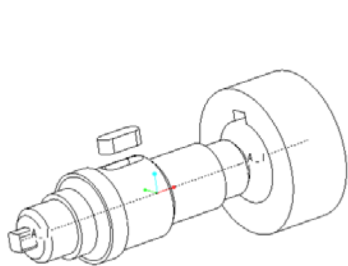


图 7-48　编辑视图位置

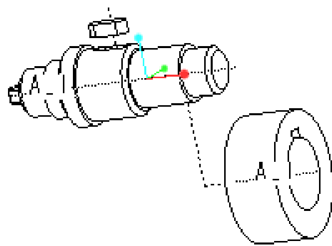


图 7-49　分解视图偏距线



上机操作——创建球阀装配体的爆炸视图

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch07\球阀装配.asm
演示视频路径：\视频\Ch07\创建球阀装配体的爆炸视图.avi

本例要装配的 5 个零件都已经完成，分别为机壳、阀门、阀轴、盖和手柄，如图 7-50



所示。



技巧点拨：

为了便于观察组成装配体的零部件的数目和分布情况，使装配图变得易于辨认，可以把生成的装配体分解为单个元件，从而生成该装配体的分解视图。

01 打开本例素材源文件“球阀装配.asm”。

02 在“模型”选项卡的“模型显示”中单击“分解视图”按钮，可自动创建该装配体的分解视图。这时系统会按照默认的位置将装配体进行分解，在工作窗口中显示球阀装配体的分解视图。图 7-51 所示为系统自动生成的分解视图。

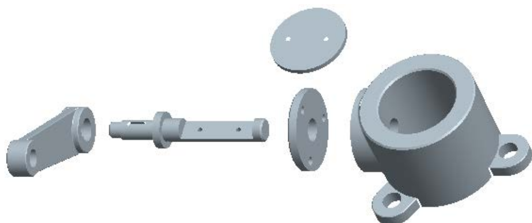


图 7-50　要装配的 5 个零组件

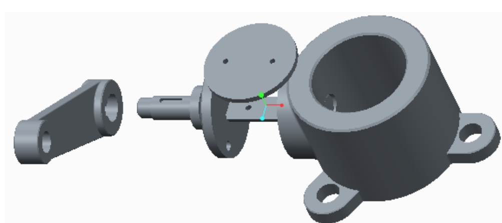


图 7-51　自动生成的球阀装配体的分解视图



技巧点拨：

系统按照默认位置生成的分解视图，各零件的位置通常都不是用户所需要的。这时，用户需要将每个零件放置到合适的位置。

03 单击“编辑位置”按钮编辑位置，打开“分解位置”操控板。这里仅介绍其中一个组件的位置编辑过程。选择要编辑的组件，然后在显示的坐标系中选取轴（选中此轴，表示只能在此轴上进行轴向移动），将其拖动到合适位置，如图 7-52 所示。

04 同理，在工作区中继续移动其他零件，直到分解状态结束。用户可以改变零件的运动类型和运动参照，以便更方便地放置零件。图 7-53 所示为执行更改后的装配体分解视图。

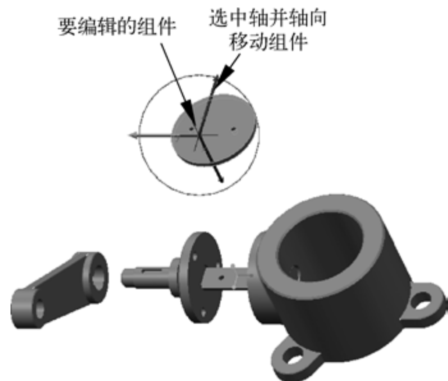


图 7-52　编辑组件的位置

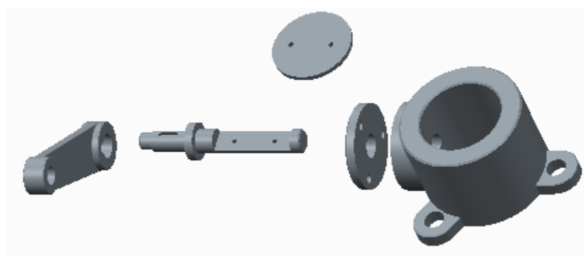


图 7-53　修改后的分解视图

第 5 节　装配建模训练

案例 1　自底向上装配——电机装配

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch07\电机装配.asm
演示视频路径：\视频\Ch07\电机装配.avi

建模方法解析

本案例中的装配体结构复杂，装配顺序与拆分时的顺序相反，这样不宜出错。装配体中的零件繁多，其中螺钉与螺母的装配可以通过装配阵列的方式来减少工作量。由于对各零件之间的相互关系比较难以把握，为避免在装配后发现问题而再到零件中去修改，可以在装配模式下直接定义新零件，以提高工作效率。

电机装配图如图 7-54 所示。

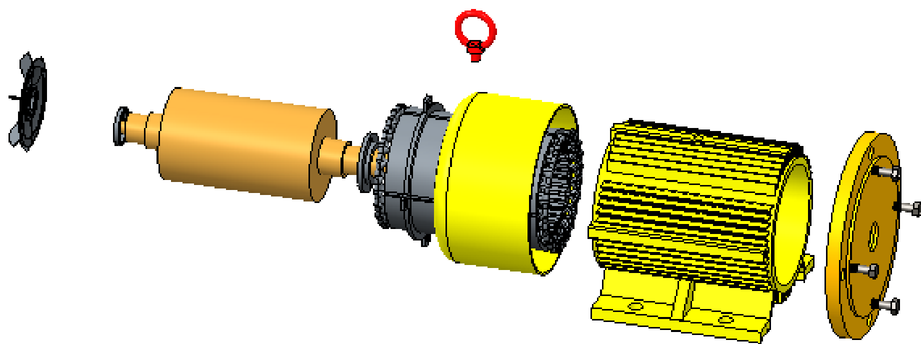


图 7-54　电机装配图

命令关键词：“组装”、分解视图、编辑位置

组件装配特征制作思路如下。

- 使用默认的方法进行装配。
- 使用坐标系约束的方法进行装配。
- 使用配对约束的方法进行装配。
- 使用对齐约束的方法进行装配。
- 使用插入约束的方法进行装配。
- 使用组合的方法进行装配。
- 元件的复制操作。
- 装配阵列。
- 创建新元件。

电机装配的装配流程如图 7-55 所示。

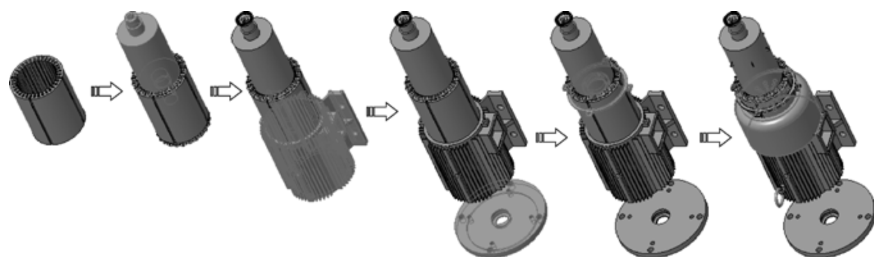


图 7-55　建模流程图解

设计步骤：

1. 装配电机组件

01 启动 Creo 4.0，设置工作目录。

02 单击“新建”按钮，新建一个装配文件。

03 组装第 1 个组件——定子。在“模型”选项卡的“元件”组中单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框，然后打开本例的第 1 个组件“dinzi1.prt”。

- 打开“装配”操控板，设置“约束类型”为“默认”。单击“应用”按钮，完成第 1 个组件的装配，如图 7-56 所示。

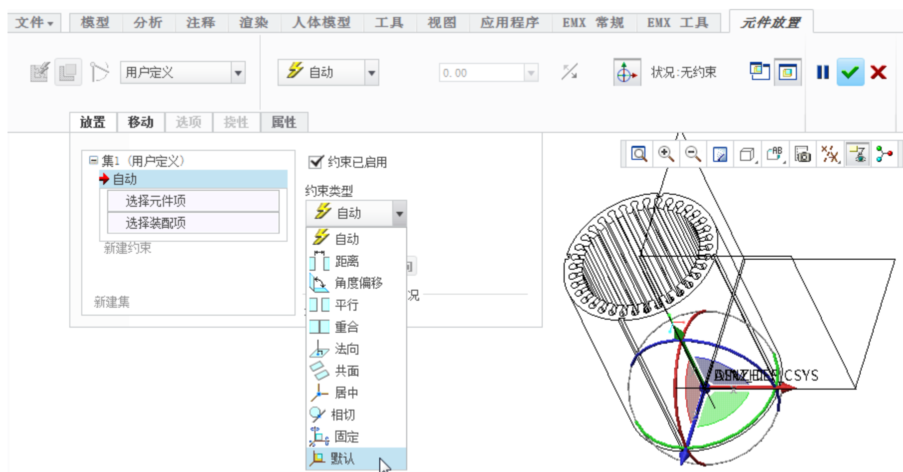


图 7-56　装配第 1 个组件

04 组装第 2 个组件——线圈绕组。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框，然后打开本例的第 2 个组件“xianchuan1.prt”，并将其与第 1 个组件进行坐标系的重合装配，如图 7-57 所示。单击“应用”按钮，完成第 2 个组件的装配。

技巧要点：

坐标系重合装配就是先选择第 1 个组件的零件坐标系（不能是装配坐标系），接着选择第 2 个组件的零件坐标系，再设置为“重合”即可。如果两个组件的坐标系的方向本身就是相同的，也可以选择“默认”类型进行装配。

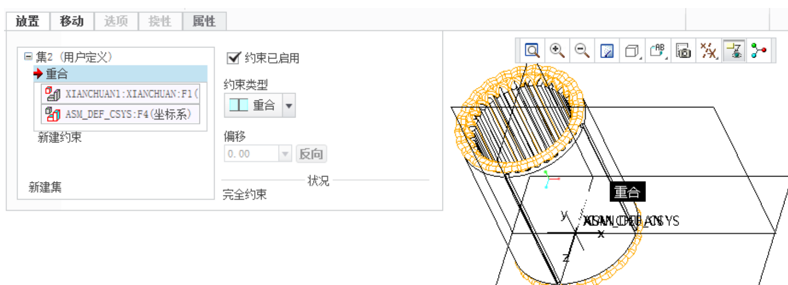


图 7-57　装配第 2 个组件

05 组装第 3 个组件——轴。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框，然后打开本例的第 3 个组件“juzhu1.prt”。

- 在随后打开的“装配”操控板中，选择“重合”类型或“平行”类型，然后选择轴上的平面与定子的端面进行“重合”或者“平行”，如图 7-58 所示。

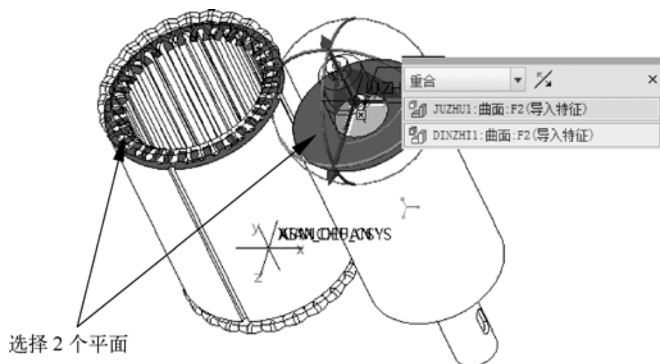


图 7-58　选择两个平面设置“重合”约束



技巧要点：

虽然重合约束与平行约束都能将所选的两个平面约束为同一平面，但重合约束会使两组件在一定程度上比平行约束多一个约束。

- 在操控板的“放置”选项板中新建约束，继续选择如图 7-59 所示的两个组件中的圆柱面约束为“居中”。

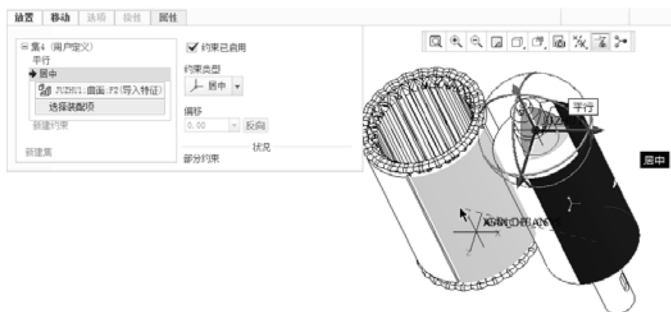


图 7-59　居中约束两个组件

- 单击“应用”按钮，完成第 3 个组件的装配。

06 装配轴承。装配轴承时，只需一个组件，就可以反复多次进行组装。

- 单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框，然后打开本例的第 4 个组件“zhoucheng.prt”。
- 在随后打开的“装配”操控板中选择“重合”类型。然后选择轴承端面与轴的端面进行“重合”，如图 7-60 所示。

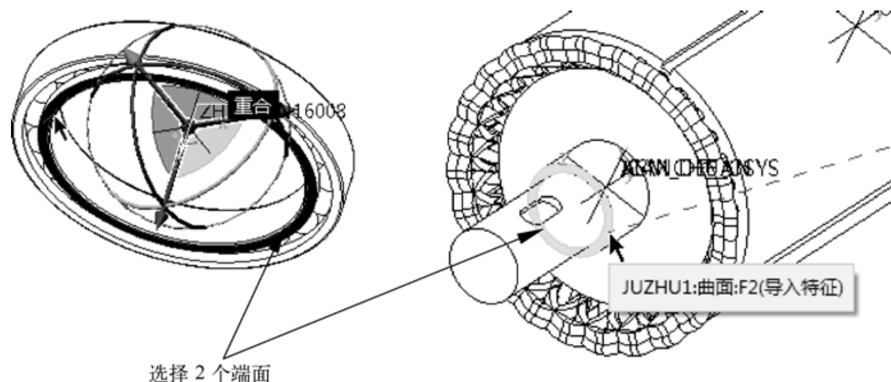


图 7-60　选择轴承与轴的端面设置“重合”约束

- 在“放置”选项板中新建约束。然后将轴与轴承约束为“居中”，如图 7-61 所示。最后单击“应用”按钮，完成第 4 个组件的装配。

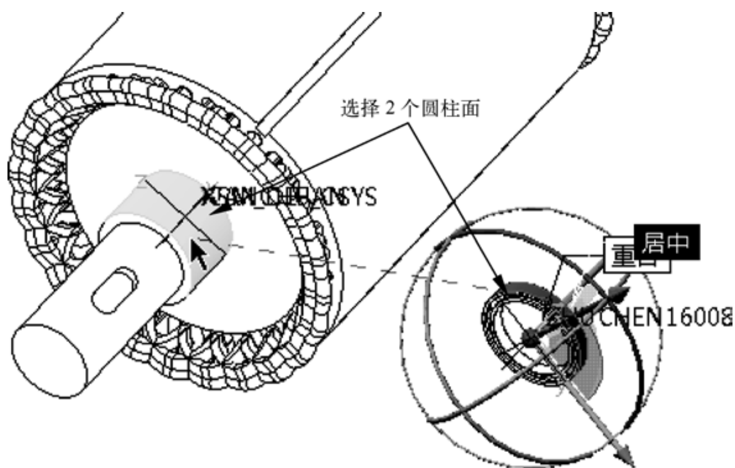


图 7-61　居中约束轴承与轴

- 装配其余轴承时，可以使用“重复”命令来复制轴承组件。但应在组装前使用测量工具测量出其余轴承组件在轴的具体位置。在模型树中除轴组件外，其余暂时隐藏。
- 在“分析”选项卡的“测量”组中单击“测量”按钮，打开“测量：总汇”工具条。然后选择如图 7-62 所示的边和基准平面进行测量。
- 继续选择边与基准平面进行测量，如图 7-63 所示。



图 7-62　测量第 1 组

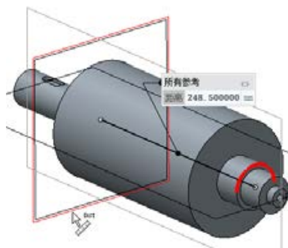


图 7-63　测量第 2 组

● 将轴组件显示。然后在模型树中右击所选择的轴，并在弹出的快捷菜单中选择“重复”命令，弹出“重复元件”对话框，如图 7-64 所示。



图 7-64　执行“重复”命令

● 在对话框的“可变装配参考”选项组中选择“重合”约束，并单击“添加”按钮，然后在图形区选择另一端阶梯端面以完成轴承的添加，如图 7-65 所示。

● 装配重复轴承的结果如图 7-66 所示。

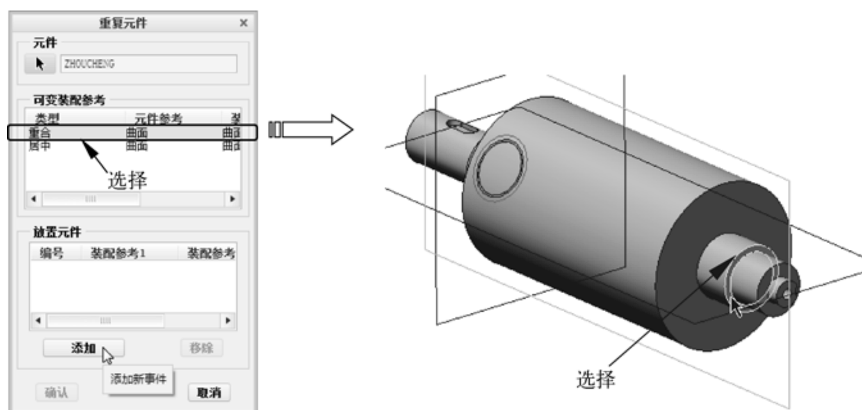


图 7-65　选择装配参考

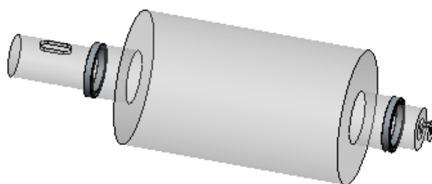


图 7-66　装配重复的轴承

07 装配外壳。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径中的文件“1.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择零件上的如图 7-67 所示的表面，再选择装配体的表面进行约束。

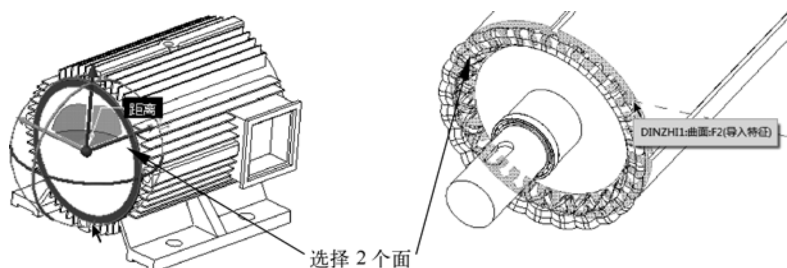


图 7-67　重合约束

- 重合约束后，可以发现并非所需的方向，如图 7-68 所示。需要在“放置”选项板中单击“反向”按钮，完成方向的调整。



图 7-68　调整约束方向

- 新建“居中”约束，选择“1.prt”组件的圆柱面和定子的圆柱面进行“居中”约束，如图 7-69 所示。

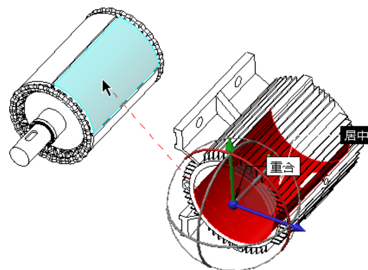


图 7-69　居中约束

- 在“放置”选项板中修改“重合”约束为“距离”约束，并输入距离为“20”，按【Enter】键查看预览，如图 7-70 所示。最后单击“应用”按钮，完成外壳的装配。

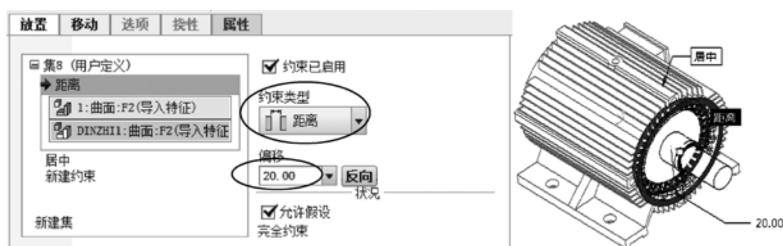


图 7-70　修改约束

08 接着装配前端盖。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的文件“2.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择零件上的如图 7-71 所示的表面，再选择装配体的表面进行约束。
- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-72 所示。最后单击“应用”按钮，完成端盖组件的装配。

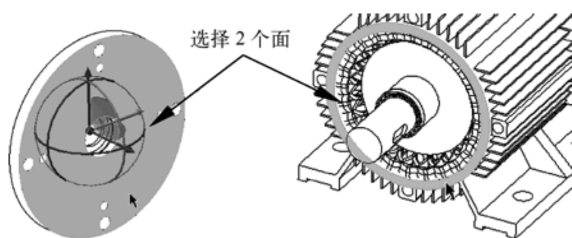


图 7-71　重合约束

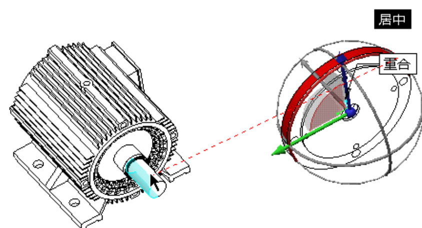


图 7-72　居中约束

09 组装后端盖。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的后盖文件“3.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择后盖表面，以及电机外壳端面进行重合约束，如图 7-73 所示。
- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-74 所示。最后单击“应用”按钮，完成后盖组件的装配。

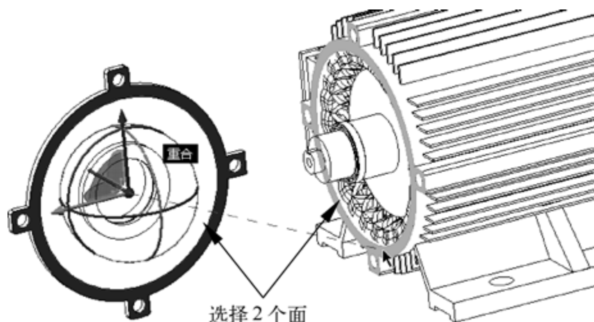


图 7-73　重合约束

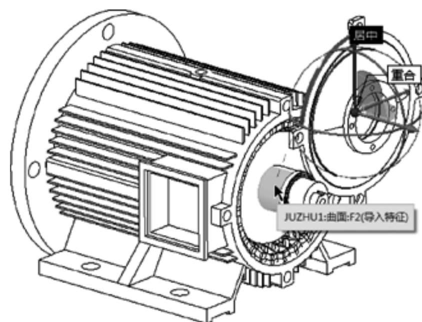


图 7-74　居中约束

10 装配法兰。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的法兰文件“4.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择法兰表面，以及电机外壳端面进行重合约束，如图 7-75 所示。
- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-76 所示。最后单击“应用”按钮，完成法兰组件的装配。

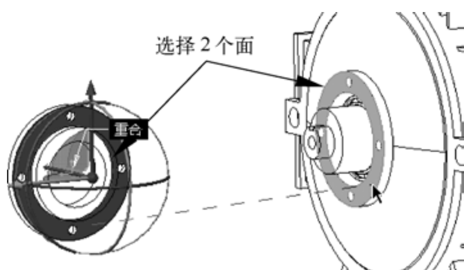


图 7-75　重合约束

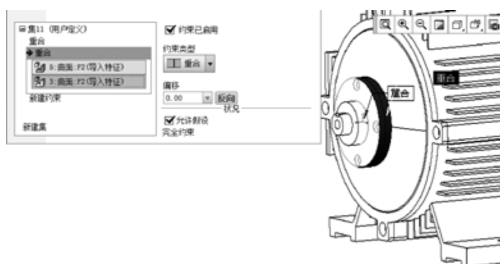


图 7-76　居中约束

11 装配风扇。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的风扇文件“5.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择风扇侧面的一个表面，以及法兰端面进行重合约束，如图 7-77 所示。

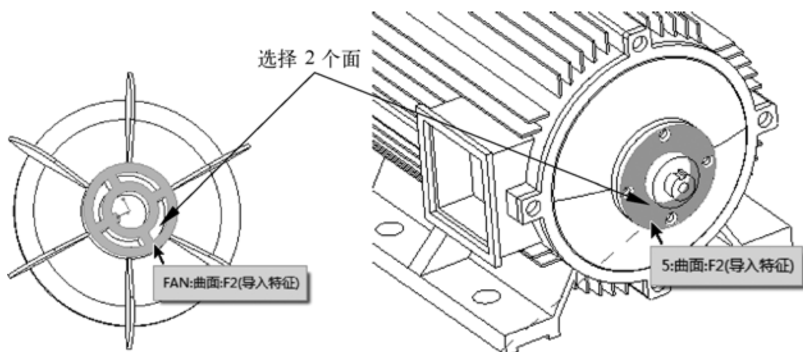


图 7-77　重合约束

- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-78 所示。
- 应用两个约束后，虽然是完全约束，但是风扇中的销与电机轴的键槽没有形成配合，还需要对风扇进行旋转，如图 7-79 所示。

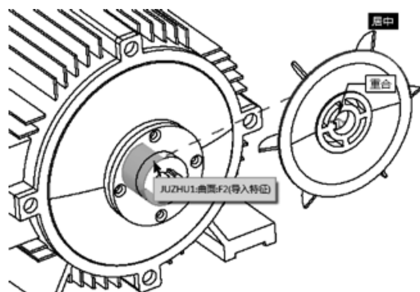


图 7-78　居中约束

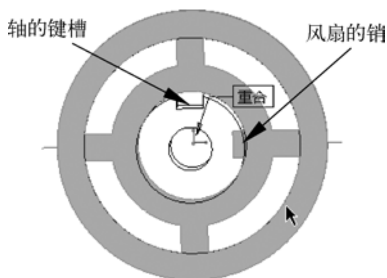


图 7-79　键槽与销不配合



技巧要点：

已经完全约束的组件是不能再进行旋转或平移操作的，需要将“居中约束”暂时删除。

- 在“放置”选项板中删除居中约束，如图 7−80 所示。

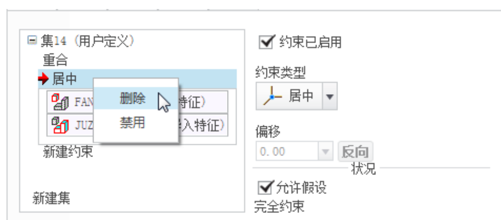


图 7−80　删除居中约束

- 再在“移动”选项板中选择“旋转”运动类型，然后在图形区中单击来手动旋转风扇组件（旋转 90°），旋转至所需的方向后再单击确认，如图 7−81 所示。
- 旋转后，再在“放置”选项板新建“居中”约束，将风扇装配到轴上，如图 7−82 所示。

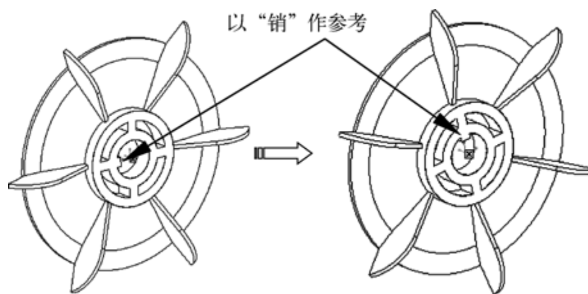


图 7−81　旋转风扇组件

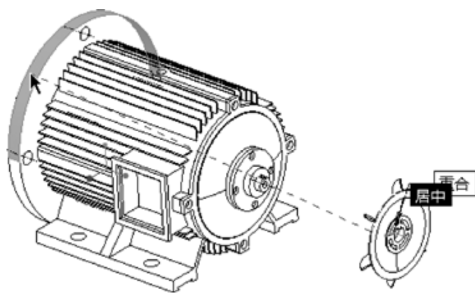


图 7−82　居中约束

12 装配螺钉。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的螺钉文件“m12l40.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择螺钉内侧表面和电机外壳端盖面进行重合约束，如图 7−83 所示。

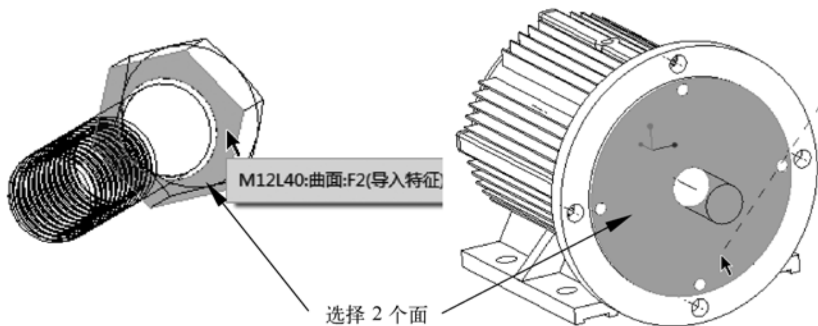


图 7−83　重合约束



- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-84 所示。最后单击“应用”按钮，完成螺钉组件的装配。
- 在模型树中选择零件“m12l40.prt”，单击特征工具栏中的“阵列”按钮，打开“阵列”操控板。选择阵列方式为“轴”，在工作区选择与主轴平行的基准轴，如图 7-85 所示。

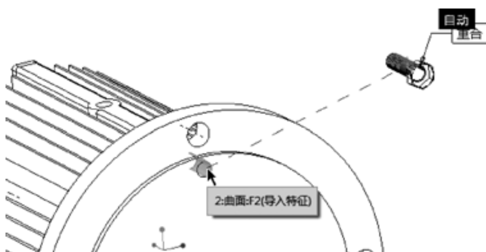


图 7-84 居中约束

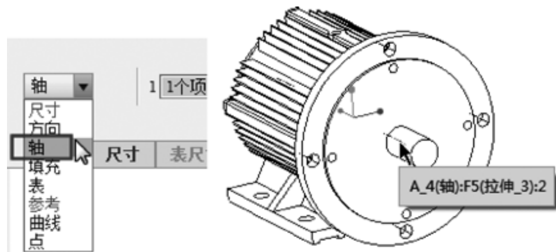


图 7-85 选择旋转轴

- 输入阵列数目为“4”，输入阵列角度为“90”，然后单击“应用”按钮。创建的阵列特征如图 7-86 所示。

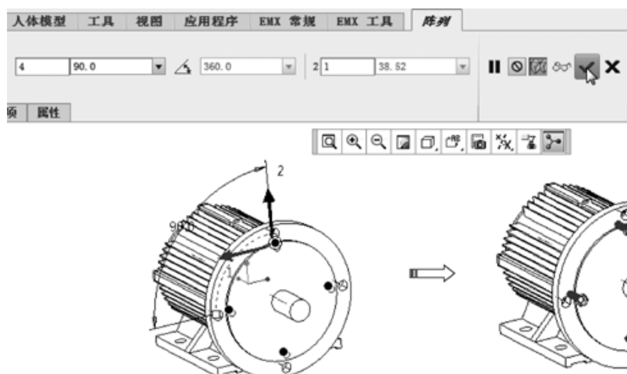


图 7-86 创建螺钉组件的阵列

13 暂时隐藏风扇组件“fan.prt”，然后装配沉头螺钉。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的沉头螺钉文件“m6.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择沉头螺钉内侧圆锥表面和法兰沉孔圆锥面进行重合约束，如图 7-87 所示。

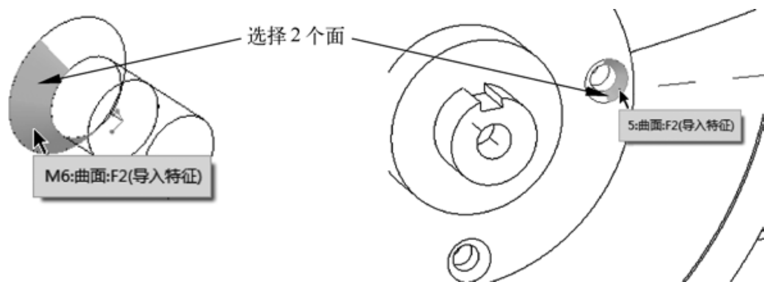


图 7-87 重合约束

- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-88 所示。
- 再新建“重合”约束，选择沉头螺钉端面与法兰端面进行约束，如图 7-89 所示。最后单击“应用”按钮✓，完成沉头螺钉组件的装配。



图 7-88　居中约束

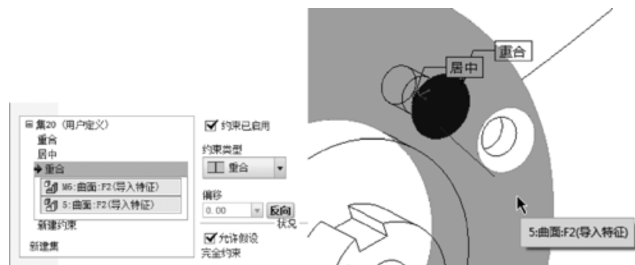


图 7-89　重合约束沉头螺钉端面与法兰端面

- 同理，对装配的沉头螺钉进行轴阵列，阵列参数与先前阵列螺钉的参数相同，阵列的沉头螺钉如图 7-90 所示。

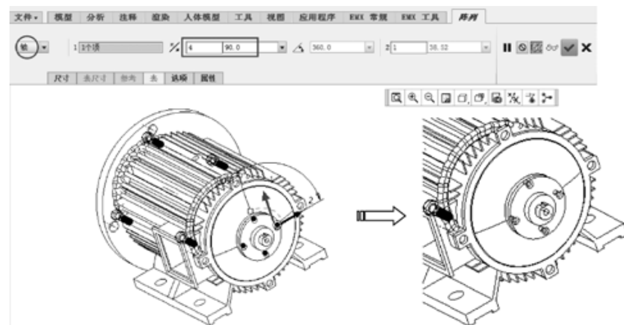


图 7-90　轴阵列沉头螺钉

14 装配提环。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的提环文件“tihaun.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择提环内侧表面和电机顶部的平面进行重合约束，如图 7-91 所示。
- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-92 所示。最后单击“应用”按钮✓，完成提环组件的装配。

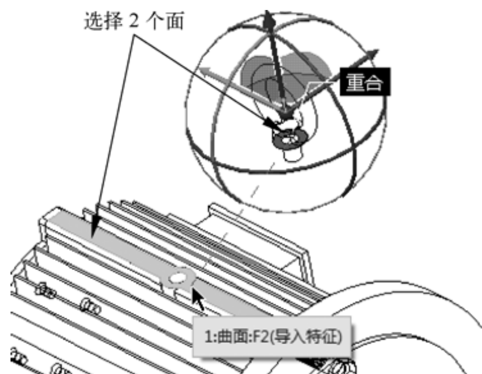


图 7-91　重合约束

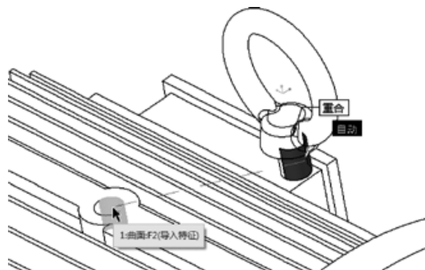


图 7-92　居中约束装配提环

15 装配风扇罩。将电机外壳“1.prt”组件隐藏。单击“组装”按钮，弹出“打开”对话框。找到存储路径的风扇罩文件“7.prt”，单击“打开”按钮。

- 打开“装配”操控板，在约束中选择“重合”选项，然后选择提环内侧表面和电机顶部的平面进行重合约束，如图 7-93 所示。

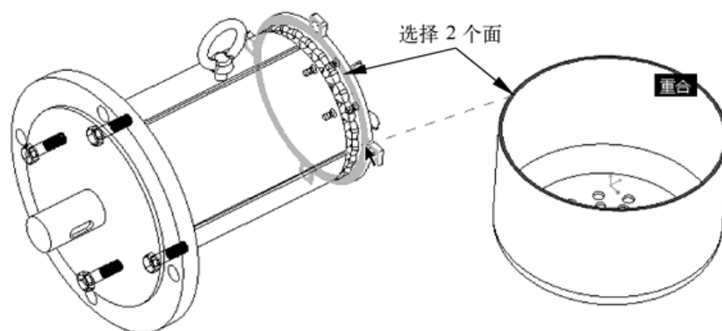


图 7-93　重合约束

- 重合约束后单击“反向”按钮，调整装配反向，如图 7-94 所示。

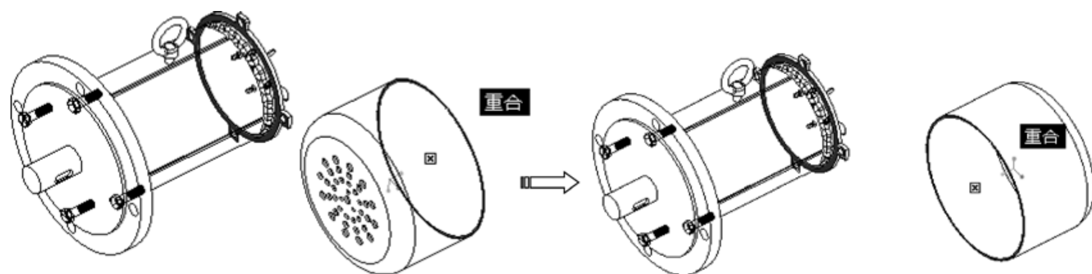


图 7-94　调整约束方向

- 新建“居中”约束，选择两个组件的圆柱面进行约束，如图 7-95 所示。
- 最后单击“应用”按钮，完成风扇罩组件的装配。电机装配完成的结果如图 7-96 所示。

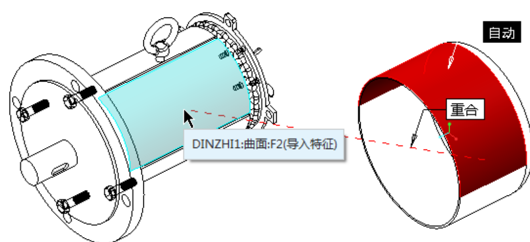


图 7-95　居中约束风扇罩

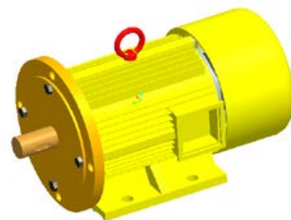


图 7-96　最终装配完成的电机

2. 创建电机装配爆炸图

01 在“模型显示”组中单击分解视图按钮，Creo 将自动爆炸电机组件，如图 7-97 所示。

02 有些组件没有完全爆炸开，需要单击“编辑位置”按钮，在 X、Y、Z 方向上分别移动组件，达到完全爆炸效果，如图 7-98 所示。



图 7-97　自动爆炸

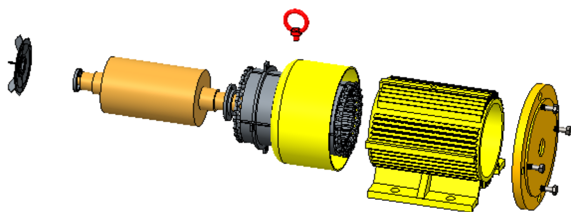


图 7-98　编辑位置后的效果

第 6 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

组件装配中会出现各种装配问题，很多网友在求助时没有提供装配文件，这样一来就不太容易帮其解决问题，所以这里挑选了部分类似问题进行解答。

精华帖：怎么把装配体另存为一个零件？



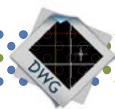
问题描述

当需要在不同的三维软件中打开装配体文件时，发现打开时会丢失数据，有的丢失参考，有的丢失组件，更甚至有的打开文件后全是失败特征。所以，另存为一种合理的格式文件，让所有三维软件打开该文件时数据不会丢失，这在实际工作中是非常重要的。

网友的这个求助问题，其实就是转换时选取的保存格式不对，一般来说，最好是保存为 Parasolid（*x_t）格式。这种格式不会丢失数据，而且还能把大型装配体的数据文件压缩到比较小的文件中。

操作演示

01 打开本例的“电机装配.asm”装配体文件，如图 7-99 所示。



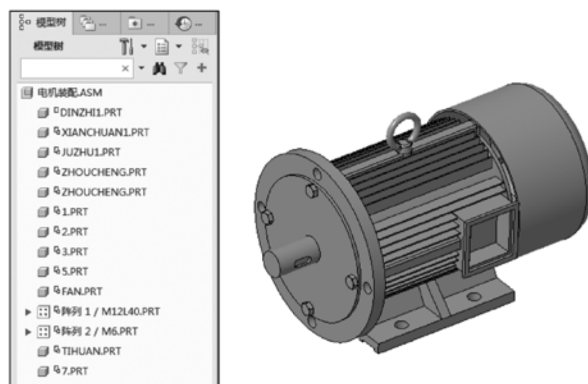


图 7-99　装配体文件

02 单击“分解视图”按钮 分解视图 查看分解视图，如图 7-100 所示。说明装配关系是存在的。

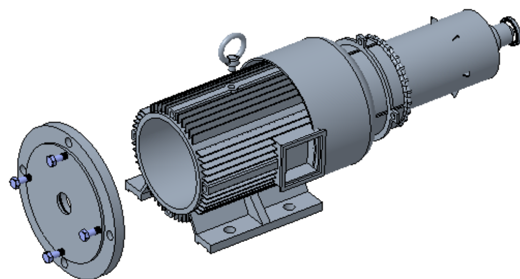


图 7-100　分解视图

03 选择“文件”→“另存为”→“保存副本”命令，弹出“保存副本”对话框。

04 在对话框底部的“类型”下拉列表框中选择“Parasolid（*x_t）”文件类型，如图 7-101 所示。

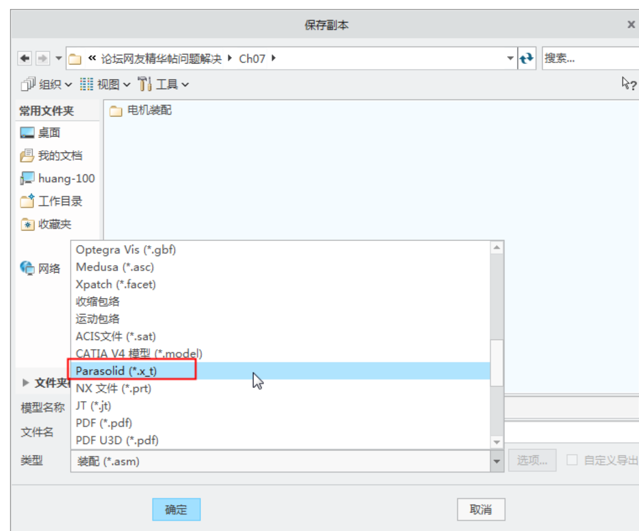


图 7-101　选择保存的文件类型

05 将文件命名为“zhuangpei”，单击“确定”按钮，完成数据输出。



技巧点拨：

注意输出的文件名不能为中文，因为考虑到有些三维软件只能打开英文命名的文件，当然，Creo 此时也不会允许输出为中文名的文件。

此外，输出后的数据由原来的装配体文件 30M 变成了 17M，说明文件被成功压缩。

06 接下来验证输出的数据文件打开后会不会丢失数据。单击“打开”按钮，从弹出的“文件打开”对话框中找到“zhuangpei.x_t”文件并打开，如图 7-102 所示。随后弹出“导入新模型”对话框，保留默认设置并单击“确定”按钮导入，如图 7-103 所示。

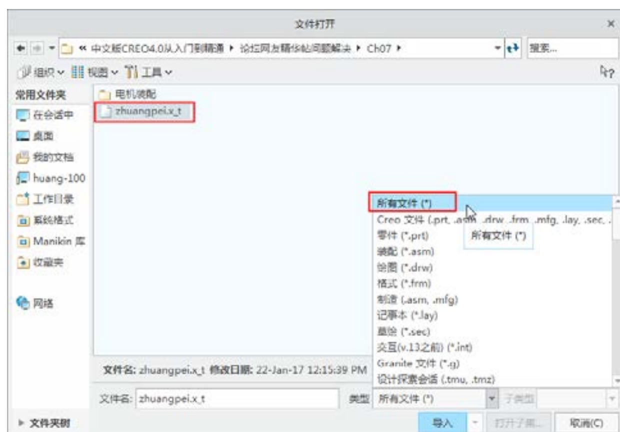


图 7-102　选择“zhuangpei.x_t”文件打开



图 7-103　导入模型

07 导入的.x_t 文件被 Creo 自动转换成.prt 文件，从模型树中可以看出，所有组件文件均存在，装配关系也是存在的，没有丢失数据。如图 7-104 所示。

08 此时，可以再保存为 Creo 的装配体文件。

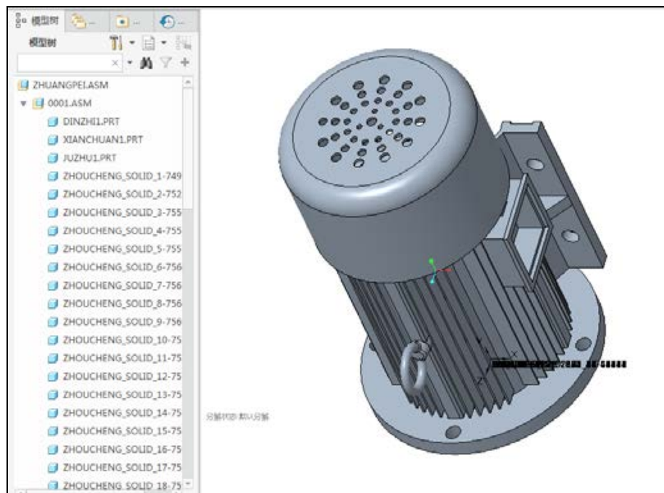


图 7-104　导入并转换的新装配文件



第 7 节　Creo工程师认证试题

一、单选题

（1）Creo 中的装配图是以（B）格式进行保存的。

A．*.prt　B．*.asm　C．*.sec　D．*.drw

（2）在创建组合件（Assembly）时，使用（D）约束类型即可一次将零件完全约束。

A．对齐（Align）　B．匹配（Mate）

C．插入（Insert）　D．坐标系（Csys）

（3）装配里的“缺省”相当于默认（D）对齐约束。

A．基准面　B．点　C．坐标系　D．坐标系和基准面

（4）下列（A）约束必须有一条圆弧才能进行设置。

A．相切　B．相等　C．对称　D．垂直

（5）在装配环境中，系统提供了 4 种显示方式，以下不属于系统显示方式的一项是（B）。

A．着色显示方式　B．渲染显示方式

C．隐藏线显示方式　D．线框显示方式

（6）以下不属于零件约束类型的一项是（D）。

A．匹配约束　B．相切约束　C．点约束　D．曲面约束

（7）装配零件时，在打开的“自动”下拉列表框中，选择（B）可以将零件约束至默认的位置。

A．匹配　B．缺省　C．插入　D．对齐

二、判断题

（1）在组件模式中，只可合并组件及面组。（√）

（2）相切约束是控制两个曲面在切点的接触位置参考。（√）

（3）在组件环境下，选择“固定”选项时，系统会把装配件绘图中心与被装配件绘图中心对齐或与它们的基准平面相贴合。（√）

（4）使用对齐（Align）和匹配（Mate）进行约束时，必须选择相同的特征，如平面对平面、点对点、轴对轴、旋转曲面对旋转曲面。（√）

（5）装配（Assembly）模块不仅可以将绘制完成的零件进行装配，还可以直接建立新的特征或修改零件的尺寸。（√）

三、绘图题

台虎钳是装置在工作台上用以夹稳加工工件的工具。台虎钳主要由两大部分构成：固定钳身和活动钳身。本例中将利用装配体的自下而上的设计方法来装配台虎钳。台虎钳装配体如图 7-105 所示。

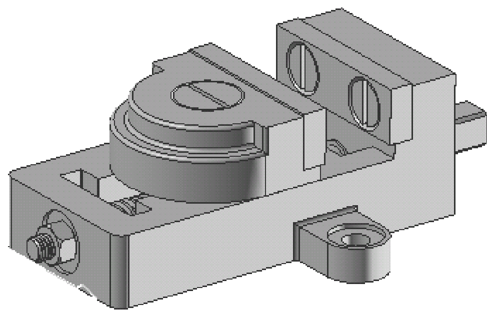


图 7-105　台虎钳装配体

练习要求与步骤如下。

（1）新建装配体文件，并进入装配环境。

（2）首先插入“gudingqianshen.prt”零部件（源文件：\上机操作\源文件\Ch07\台虎钳）。

（3）使用“装配”工具将“sigan.prt”“luomu.prt”“fangtouluomu.prt”和“huodong qianshen.prt”依次装配到“gudingqianshen.prt”零部件中。

（4）使用“装配”工具将“yuantouluomu.prt”装配到“huodongqianshen.prt”零部件中。

（5）使用“装配”工具将“qiankouban.prt”分别装配到“gudingqianshen.prt”和“huodong qianshen.prt”零部件中。

（6）使用“装配”工具将“luoding.prt”分别装配到两块“qiankouban.prt”零部件中。

（7）最后保存装配体。



第 8 章 机构仿真与动画设计



本章导读

通过 Creo 中的机构运动仿真模块 Mechanism 可以进行装配模型的运动学分析和仿真，使得原来在二维图纸上难以表达和设计的运动变得非常直观和易于修改，并且能够大大简化机构的设计开发过程，缩短开发周期，减少开发费用，同时提高产品质量。

本章主要介绍基于 Creo 4.0 的机构运动仿真的工作流程，然后以机构设计及运动分析的基本知识为基础，用大量基本和复杂机构实例详尽地讲解 Creo Mechanism 模块的基本操作方法。



案例展现

案　例　图	描　　述
	本例主要使用销连接、平面连接、圆柱连接、齿轮副、伺服电动机和动态分析等工具完成二级齿轮减速机构的运动仿真。左图所示为装配的二级齿轮减速机构。
	本例将创建齿轮泵装配体的分解动画和快照动画。本例的齿轮泵装配体组装工作已经完成。左图所示为齿轮泵装配体分解视图。 齿轮泵体的分解动画与快照动画制作思路如下。 ● 首先创建分解动画。 ● 定义主体。 ● 拖动各个主体并进行拍照。 ● 创建关键帧序列。 ● 生成分解动画并播放。 ● 创建快照动画

第 1 节　Creo机构仿真

在 Creo 中，运动仿真的结果不但能够以动画的形式表现出来，还能够以参数的形式输出，从而可以获知零件之间是否干涉，以及干涉的体积有多大等。根据仿真结果对所设计的零件进行修改，直到不产生干涉为止。

可以使用电动机来生成要进行研究的运动类型，并可以使用凸轮和齿轮设计功能扩展设计。当准备好要分析运动时，可观察并记录分析，或测量如位置、速度、加速度或力等量，然后用图形表示这些测量结果。也可以创建轨迹曲线和运动包络，用物理方法描述运动。

一、Creo机构仿真与分析环境

机构运动仿真模块非单独建立文件才进入，而是基于组件装配完成后，在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“机构”按钮，才能进入机构仿真运行环境。

Creo 的机构运动仿真与分析环境包括菜单命令、工具条命令、模型树、机构树和窗口界面等，如图 8-1 所示。

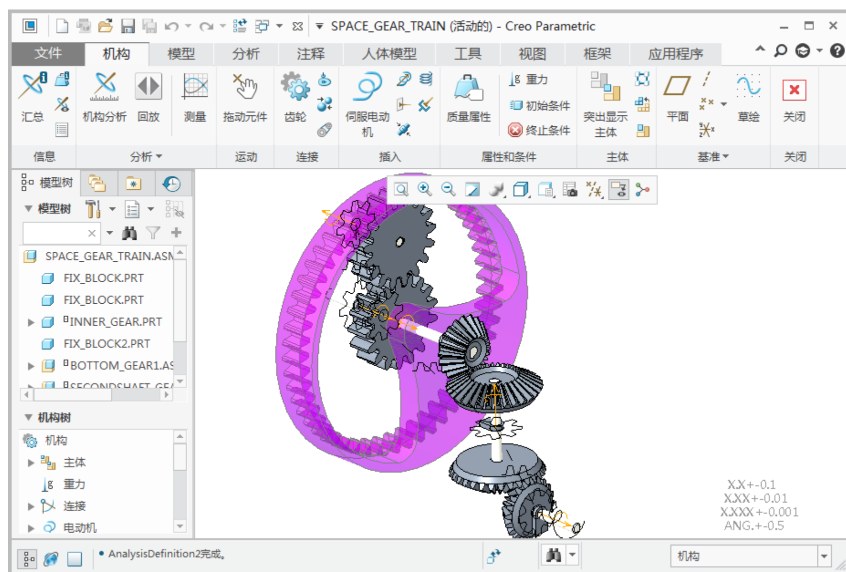


图 8-1　Creo 机构运动仿真与分析界面

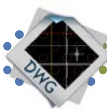
二、机构仿真基本操作与设置

要利用 Creo Mechanism 进行仿真与分析，必须了解其基本操作和选项设置。

机构仿真的基本操作内容包括加亮主体、机构显示和信息查看等。

1. 加亮主体

“突出显示主体”工具用来高亮显示机构中的主体，特别是在大型机构中，通过它可以快



速找出并显示用户定义的机构运动主体。在“机构”选项卡的“主体”组中单击“突出显示主体”按钮，机构中的主体将高亮显示，如图 8-2 所示。

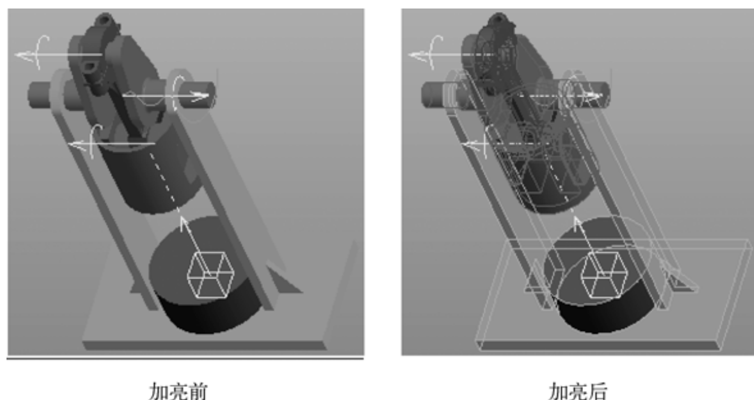


图 8-2　加亮显示主体

其中主体中的基础总是加亮为浅蓝色。

2. 机构显示

“机构显示”工具用来控制机构中各组件单元的显示。在“机构”选项卡的“信息”组中单击“机构显示”按钮，弹出“显示图元”对话框，如图 8-3 所示。默认情况下，除 LCS 的外所有图标均可见。例如，通过对话框显示“接头”，选择“接头”复选框后，将在机构中显示所有的接头，如图 8-4 所示。



图 8-3　“显示图元”对话框

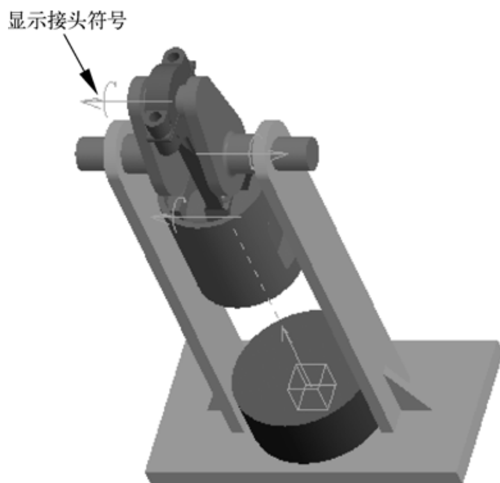


图 8-4　显示“接头”

3. 查看信息

在“机构”选项卡的“信息”组中单击“汇总”按钮，可以在浏览器中查看机构运动仿真与分析过后的摘要情况，如图 8-5 所示。

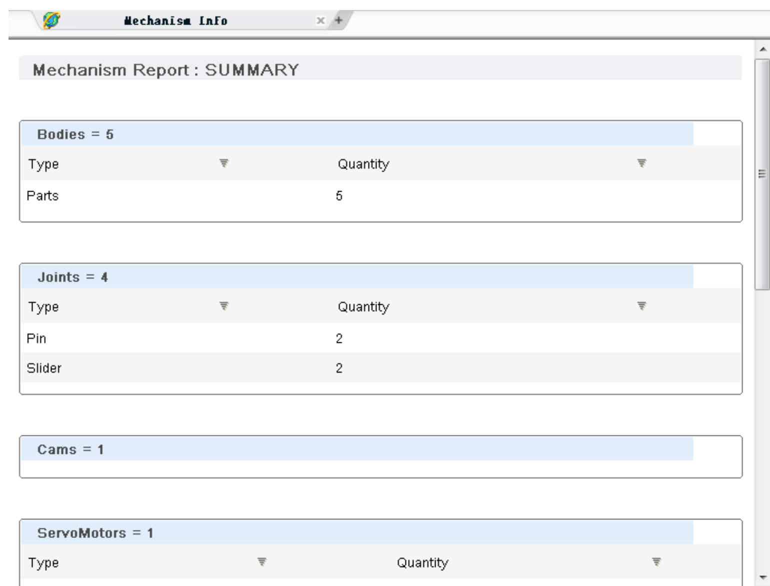


图 8-5　查看摘要

三、简单平面四连杆机构仿真分析案例

铰链四杆机构是平面四杆机构的基本形式，其他形式的四杆机构均可以看作是此机构的演化。图 8-6 所示为铰链四杆机构示意图。

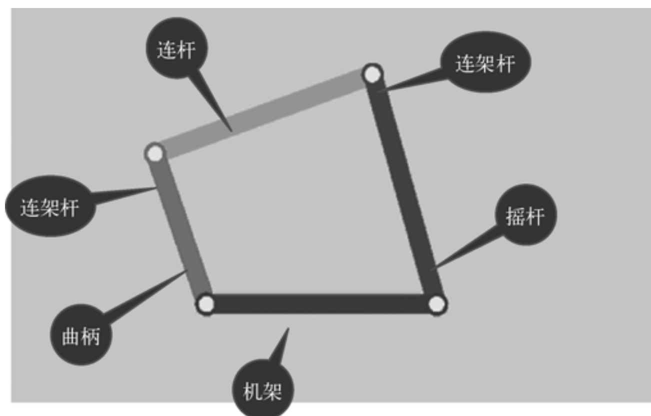


图 8-6　铰链四杆机构

铰链四杆机构根据其两个连架杆的不同运动情况，可以分为以下 3 种类型。

- 曲柄摇杆机构：铰链四杆机构的两个连架杆中，若其中一个为曲柄，另一个为摇杆，则称其为曲柄摇杆机构。当以曲柄为原动件时，可将曲柄的连续转动转变为摇杆的往复摆动，如图 8-7 所示。
- 双摇杆机构：若铰链四杆机构中的两个连架杆都是摇杆，则称其为双摇杆机构，如图 8-8 所示。



图 8-7　曲柄摇杆机构



图 8-8　双摇杆机构

技巧点拨：

铰链四杆机构中，与机架相连的构件能否成为曲柄的条件如下。

1）最短杆长度+最长杆长度≤其他两杆长度之和（杆长条件）。

2）（机架长度－被考察的连架杆长度）≥（连杆长度－另一个连架杆长度）。

上述条件表明，如果铰链四杆机构满足杆长条件，则最短杆两端的转动副均为周转副。此时，若取最短杆为机架，则可得到双曲柄机构；若取最短杆相邻的构件为机架，则得到曲柄摇杆机构；若取最短杆的对边为机架，则得到双摇杆机构。如果铰链四杆机构不满足杆长条件，则以任意杆为机架得到的都是双摇杆机构。

- 双曲柄机构：若铰链四杆机构中的两个连架杆均为曲柄，则称其为双曲柄机构，如图 8-9 所示。在双曲柄机构中，若相对两杆平行且长度相等，则称其为平行四边形机构。它的运动有两个显著特征：一是两个曲柄以相同速度同向转动；二是连杆作平动。这两个特性在机械工程上都得到了广泛应用。

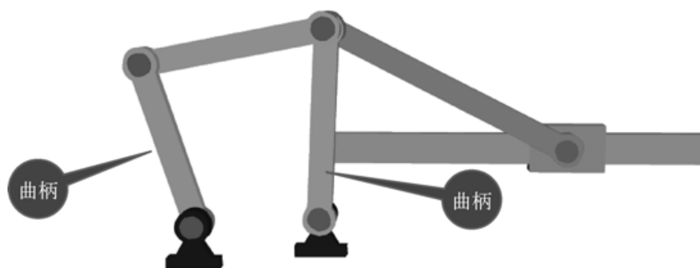


图 8-9　双曲柄机构

上机操作——平面四连杆机构运动仿真

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch08\四连杆机构.asm

演示视频路径：\视频\Ch08\四连杆机构运动仿真.avi

下面以一个平面铰链四杆机构的机构仿真与分析全过程为例，详解从装配到仿真的操作步骤及方法。图 8-10 所示为平面铰链四杆机构。

1. 机构连接装配

01 启动 Creo 4.0，然后在基本环境中新建一个名为“四连杆机构”的组件装配文件，进入组件装配环境后再设置工作目录。

02 单击“组装”按钮，然后打开第 1 个模型“ground.prt”，此模型为固定的主模型。在“装配”操控板中以“默认”的装配方式装配此模型，如图 8-11 所示。

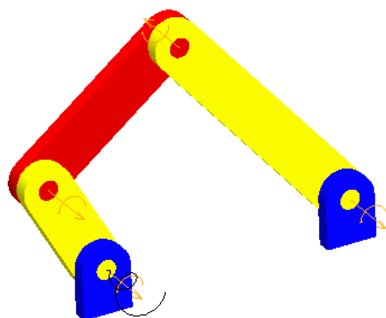


图 8-10　平面铰链四杆机构

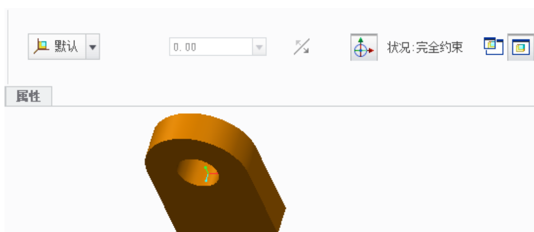


图 8-11　装配第 1 个模型

- 以主模型为基础，接下来装配第 2 个组件模型。第 2 个组件模型与第 1 个组件模型是相同的，装配第 2 个组件模型的过程如图 8-12 所示。

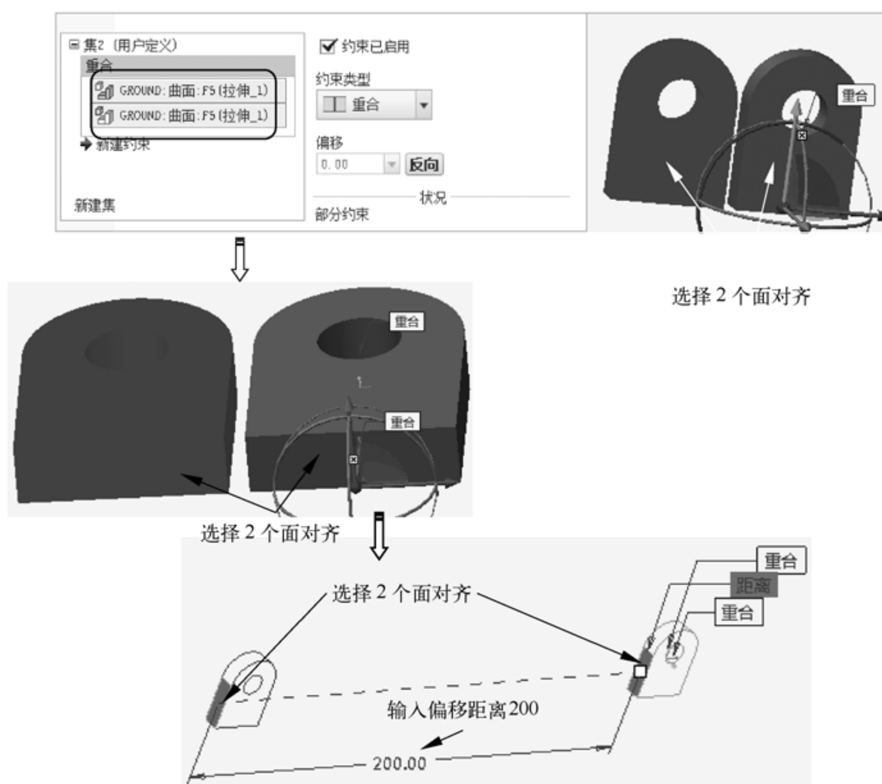


图 8-12　装配第 2 个组件模型

03 前面两个组件是用无连接接口的装配约束方式进行装配的，第 3 个、第 4 个和第 5 个组件则是采用有连接接口的装配约束方式。装配第 3 个组件模型“crank.prt”的过程如图 8-13 所示。

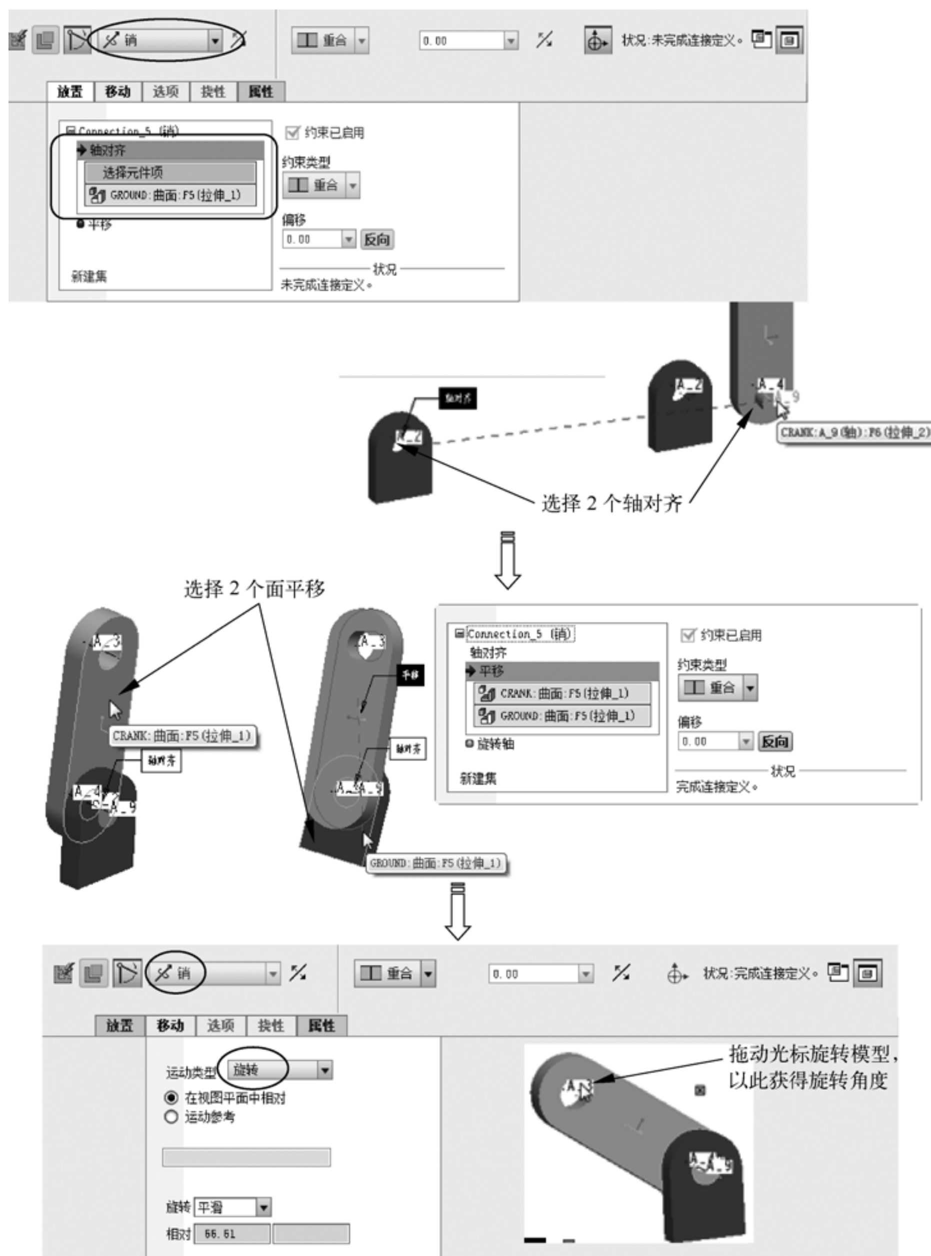


图 8-13　装配第 3 个组件模型

04 装配第 4 个组件模型“connectingrod.prt”的过程与装配方式与装配第 3 个组件的过程相同，如图 8-14 所示。

05 装配第 5 个组件模型“rocker.prt”。此模型与第 2 个组件模型和第 4 个组件模型都存在装配约束关系。与第 2 个组件模型的装配约束关系如图 8-15 所示。

06 在操控板的“放置”选项板中单击“新建集”按钮，然后创建新的装配约束关系。第 5 个组件模型与第 4 个组件模型的有连接接口的装配约束关系如图 8-16 所示(“装配”操控板没有关闭的情况下继续装配)。

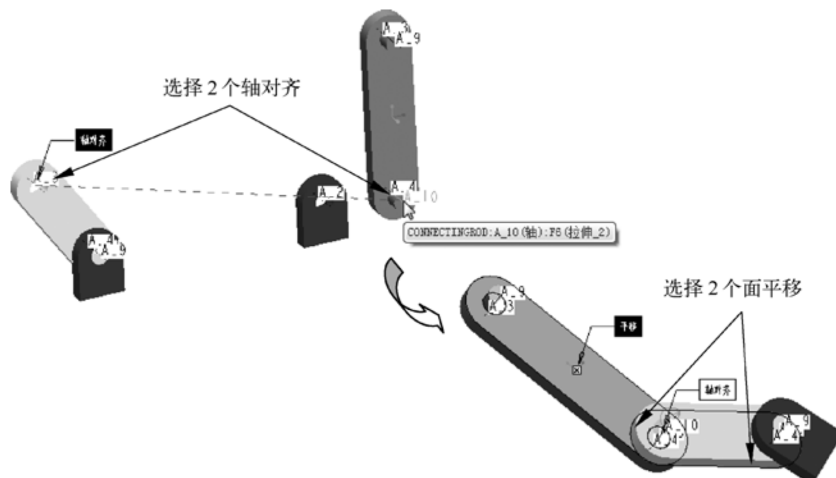


图 8-14　装配第 4 个组件模型

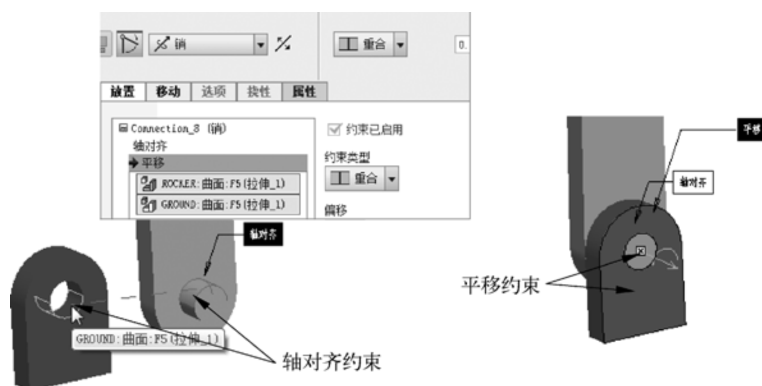


图 8-15　第 5 个组件与第 2 个组件的无连接接口的装配

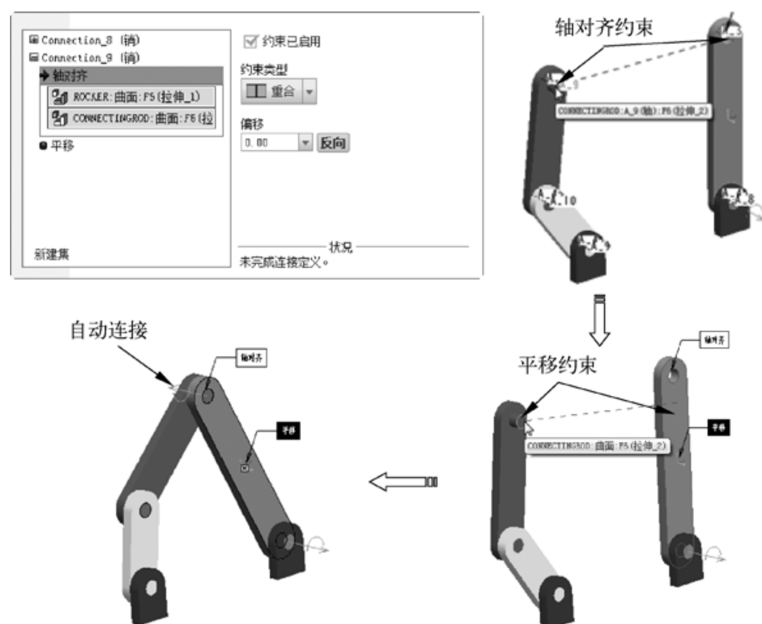


图 8-16　第 5 个组件与第 4 个组件模型的有连接接口的装配

2. 机构仿真与分析

01 在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“机构”按钮，进入机构仿真分析环境。

02 在“机构”选项卡的“主体”组中单击“重新连接”按钮，弹出“连接装配”对话框。单击“运行”按钮，会弹出“确认”对话框，以检测各组件之间是否完全连接，如图 8-17 所示。

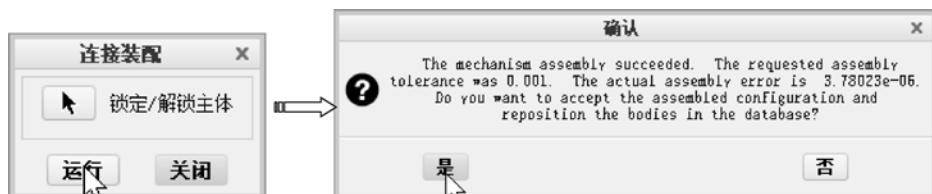


图 8-17　检测装配连接

03 检测好装配连接后，通过机构树查看装配连接中哪些属于基础、哪些属于主体，如图 8-18 所示。

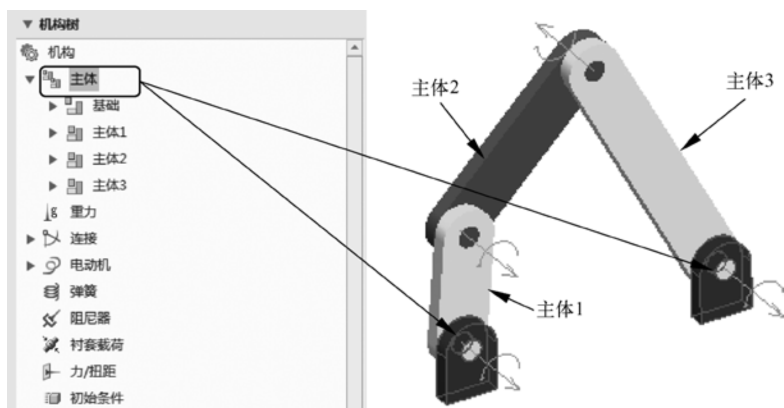


图 8-18　查看机构的基础与主体

04 在“运动”组中单击“拖动元件”按钮，弹出“拖动”对话框和“选择”对话框。在机构中选取要拖动的主体元件，然后移动关闭，检查机构是否按照设计意图进行运动，如图 8-19 所示。



技巧点拨：

可以在几个主体元件中任意选取边和面，单击后即可拖动元件。这个过程与前面的重新连接检测是必需的，是完成机构仿真的必要前提。

05 定义伺服电动机。在机构树的“电动机”选项组中，右键单击“伺服”选项并单击“新建”按钮，打开“电动机”选项卡。



技巧点拨：

使用伺服电动机可规定机构以特定方式运动。伺服电动机可以引起在两个主体之间、单个自由度内的特定类型的运动。

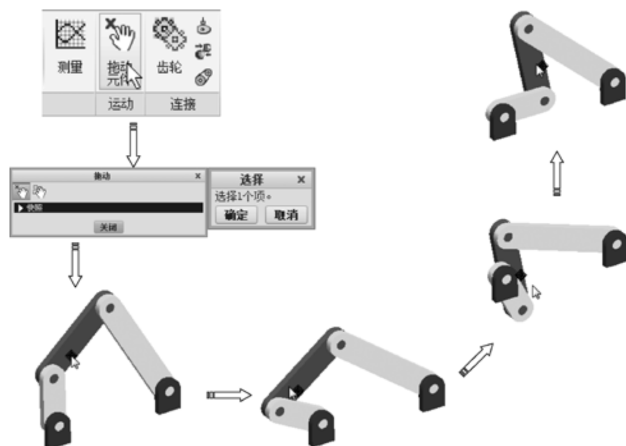


图 8-19　拖动元件

- 保留默认的名称，然后按信息提示选择从动图元——连接轴作为运动轴，如图 8-20 所示。

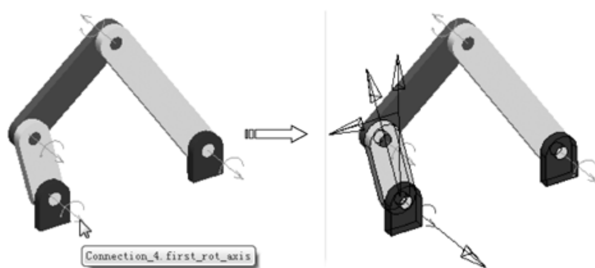


图 8-20　选择运动轴

- 在选项卡的“轮廓详细信息”选项板中，设置伺服电动机的转速常量 8000deg/sec。单击图标可以查看电动机的工作轮廓曲线，如图 8-21 所示。

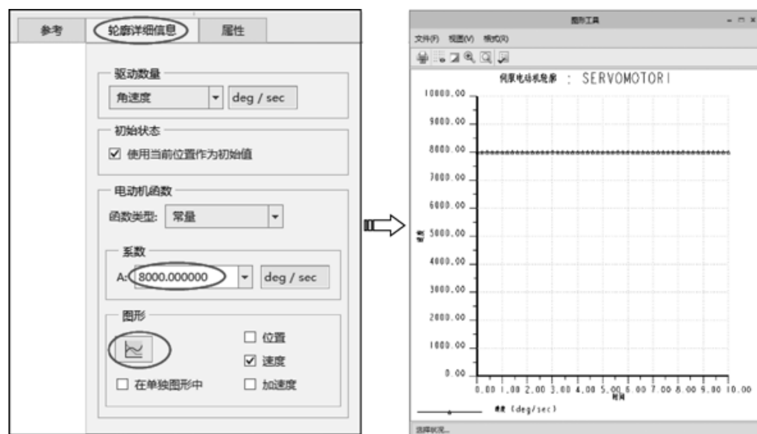


图 8-21　定义电动机的转速

- 最后单击“伺服电动机定义”对话框中的“应用”按钮，将电动机添加到机构中，如图 8-22 所示。



图 8-22　完成电动机的定义

技巧点拨：

电动机轮廓的类型

图 8-23 所示为绘出的由电动机创建的不同类型的运动。

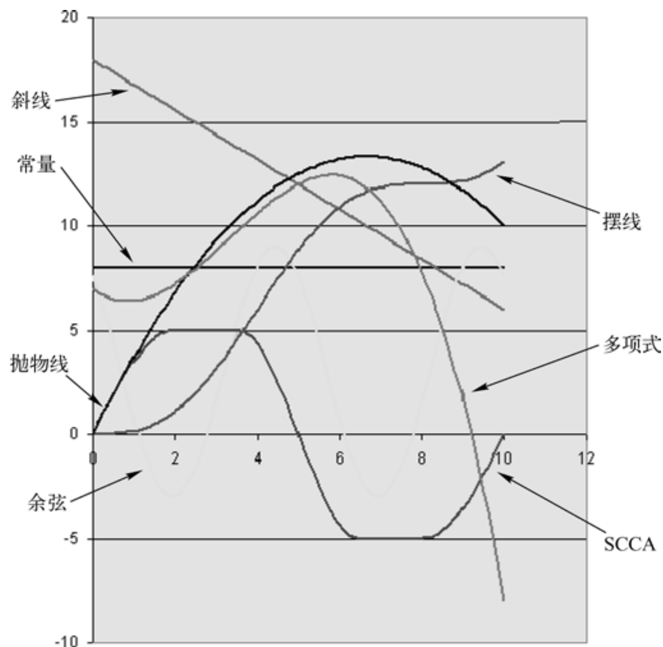


图 8-23　电动机创建的不同类型的运动

生成图 8-23 中的轮廓时所使用的公式值如表 8-1 所示。

恒定	线性	余弦	摆线	SCCA	抛物线	多项式
A = 8	A = 18	A = 6	L = 12	0.4	A = 4	A = 7
	B = −1.2	B = 40	T = 8	0.3	B = −.6	B = –1.5
		C = 3		5		C = 1
		T = 5		10		D = –0.1

06 在“分析”组中单击“机构分析”按钮，弹出“分析定义”对话框。在“电动机”选项卡中查看是否存在先前定义的伺服电动机，如图 8-24 所示。如果没有，可以单击“添加所有电动机”按钮，重新定义电动机。

07 在“首选项”选项卡中，选择“运动学”类型，输入终止时间为 20，然后单击“运行”按钮，完成机构的仿真，如图 8-25 所示。

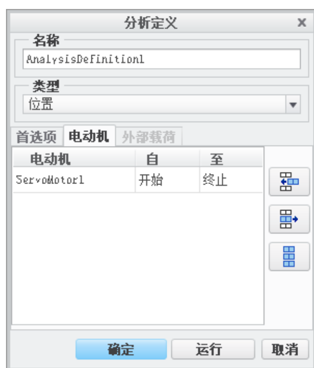


图 8-24　查看定义的电动机



图 8-25　运行仿真



技巧点拨：

默认的初始配置状态为组件装配完成时的状态。用户可以定义初始配置，即创建快照的方式。快照是指使用相机功能将某个状态临时拍下来作为初始的配置。

08 最后将结构仿真分析的结果进行保存即可。

第 2 节　制作装配动画

动画可以很直观、生动地表达出产品装配中各组件之间的组装关系，并演示其组装过程。动画与前面介绍的机构仿真都是在产品各组件组装完成以后进行的，同属于装配建模的重要组成部分。

一、进入动画制作环境

在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“动画”按钮，打开“动画”选项卡，并进入动画制作环境中，如图 8-26 所示。

动画制作过程如下。

- 打开装配体文件。
- 设置动画。



● 定义运动。
● 定义时间。
● 定义视图。
● 运行动画。

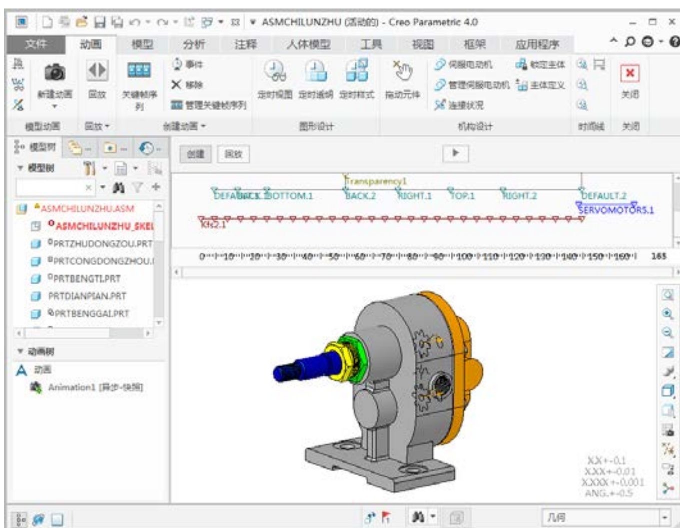


图 8-26　Creo 动画制作环境界面

二、设置动画

制作装配动画的第一步就是新建一个动画动作。动画的设置包含 3 个步骤：定义动画、动画设置和创建关键帧序列。

1. 定义动画

动画的定义包括 3 个类型：分解（装配爆炸动画）、快照（零件装配动画）和从机构动态对象导入（机构仿真动画）。

● 分解 分解：分解动画使用标准分解状态功能作为动画的基础，演示装配体从整体到分解状态的动画模拟，称为装配爆炸动画，如图 8-27 所示。
● 快照 快照：快照是模拟从无到组件组装完成的整个过程动画，称为零件组装动画，如图 8-28 所示。

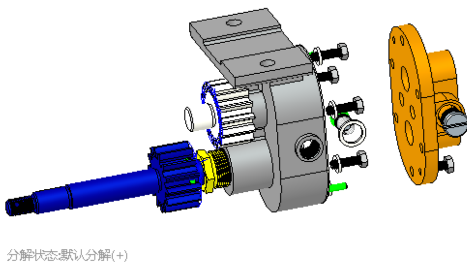


图 8-27　分解动画

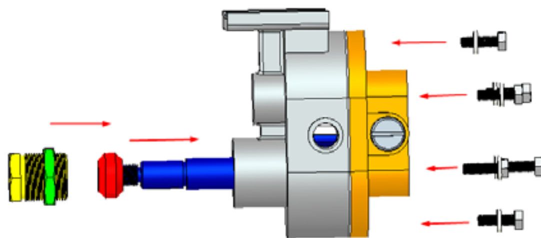


图 8-28　快照动画

● 从机构动态对象导入：通过导入装配机构的仿真文件作为动画演示，称为机构仿真动画，如图 8-29 所示。

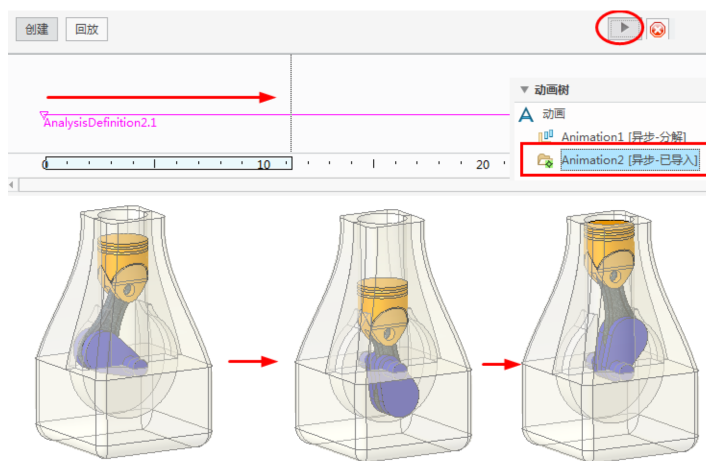


图 8-29　机构仿真动画

根据不同的需求，选择合适的动画类型来创建。若要创建装配动画，在“模型动画”组中单击“快照”按钮 快照，弹出“定义动画”对话框，如图 8-30 所示。在此对话框中输入动画的名称，单击 确定 按钮，关闭对话框。

2. 动画设置

“动画设置”工具可以设置动画的定时行为和帧行为、设置装配公差，以及定义连接分析失败时采取的措施。在“模型动画”组中单击“动画设置”按钮 动画设置，弹出“设置”对话框，如图 8-31 所示。

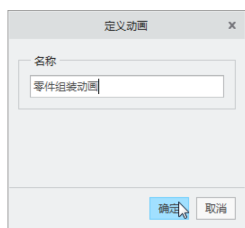


图 8-30　“定义动画”对话框



图 8-31　“设置”对话框

3. 创建关键帧序列

关键帧序列由装配的一系列快照组成，这些快照是某一时间段装配在一连串连续位置上的快照。系统将会在这些快照间插入动画，以创建一个平稳的动画。

单击“创建动画”组中的“关键帧序列”按钮 ，弹出“关键帧序列”对话框。此对话框可用于选择参考主体、拍取快照，并将它们排成一个关键帧序列。创建新的关键帧序列

时，会自动将其包括在时间线中。“关键帧序列”对话框中主要包括“序列”和“主体”两个选项卡，如图 8–32 所示。



图 8–32 “关键帧序列”对话框

- 名称：输入关键帧序列的名称。
- 参考主体：单击“选择参考主体”箭头，然后选择装配上的主体。序列中的所有状况为所需或必需的主体（在“主体”选项卡中指定），将相对于此主体定位。当参考主体移动时，其他主体将按关键帧指定的位置相对于它移动。



技巧点拨：

当创建一个关键帧序列（kfs2）时，可能要让一个主体按另一个伺服电动机或关键帧序列（kfs1）所定义的移动，而其他主体则按在 kfs2 中定义的那样移动。

例如，可考虑当车门打开时正在向下摇动的车窗。虽然汽车是“基础”，但是该车门被用作 kfs2 中的参考。车窗相对于 kfs2 中的车门向下滑落。车门主体在 kfs2 中为“未指定”（Unspecified）。而车门在 kfs1 中为“必需的”（Required）或“所需的”（Desired），且相对于汽车（基础）关闭。

- “序列”选项卡：通过选择或创建包括的快照创建序列。也可预览快照并更改序列中的快照的时间。
- “主体”选项卡：指定关键帧序列所包括主体的位置状况。
- “重新生成”按钮：单击以重新生成关键帧序列。如果更改了关键帧序列所包括零件的任何约束，应重新生成该序列，以便“设计动画”能基于这些变化更新位置。

三、定义运动

动画的根本是运动，定义运动主要包括定义主体、应用伺服电动机和拖动元件。

1. 定义主体

主体是由一个或几个不相对移动的零件组成的。默认情况下，“设计动画”中的主体是按

照机构动力分析的规则创建的，即在其间有一个约束的零件被放置在一个单独的主体中。

在“机构设计”组中单击“主体定义”按钮 主体定义，弹出“主体”对话框，如图 8-33 所示。

- 新建(N)：单击此按钮，将弹出“主体定义”对话框（如图 8-34 所示），可在其中为新建的主体添加对象零件。
- 编辑(E)：选中一个主体再单击此按钮，将弹出“主体定义”对话框。可以重新选择主体的对象零件。
- 移除(R)：选中一个主体，单击此按钮后将删除它。
- 每个主体一个零件(O)：单击此按钮，所有的组件都是主体，且保存连接关系。
- “默认主体”按钮：单击此按钮，恢复到原始主体定义。通过此按钮，可自动重新生成装配，然后将零件重新分配给主体。已创建的任何主体定义都将被忽略。

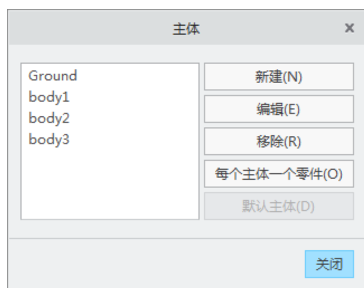


图 8-33 “主体”对话框



图 8-34 “主体定义”对话框



温馨提示：

当在装配中定义主体时，最佳方法是使用默认主体。如果未使用，当以另一种模式打开或重新生成装配时，重新生成可能失败，或者零件可能放置在不同位置。

2. 应用伺服电动机

使用伺服电动机可使模型按照特定方式运动。伺服电动机可引起在两个主体之间、单个自由度内的特定类型的运动。可将伺服电动机添加到运动轴或几何图元，如零件平面、基准平面和点等。

在“机构设计”组中单击“伺服电动机”按钮 伺服电动机，打开“电动机”操控板，如图 8-35 所示。这与机构仿真中的添加伺服电动机的操作是相同的，将在后面的机构仿真和动画制作案例中进行详解，此处不进行过多介绍。



图 8-35 “电动机”操控板



3. 拖动元件

“拖动元件”主要是为关键帧序列创建动作（组件位置状态）。“拖动元件”工具与机构仿真环境中的“拖动元件”工具的用法是相同的，也将在后面的机构仿真和动画制作案例中详解拖动元件的用法。

四、定义动画时间

定义动画时间包括创建事件和设置时域两个步骤。

1. 创建事件

使用事件可维持动画元素之间的关联关系。例如，如果将一个时间线元件设置为在另一个时间线元件结束时开始，且动画的终止时间也发生了更改，则所有被定义为在该终止时间之后开始的元素将会自动更新。

“事件”工具会自动为当前动画中所包含的任何动画元件的开始和结束创建事件。多数情况下，可使用系统定义的事件而无须亲自创建。

在“创建动画”组中单击“事件”按钮 事件，弹出“事件定义”对话框，如图 8-36 所示。

例如，为动画的元素定义初始事件，时间为 0，单击“确定”按钮，将在图形区的时间线上自动添加一个事件标记，如图 8-37 所示。

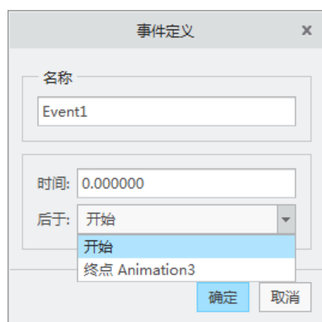


图 8-36 “事件定义”对话框

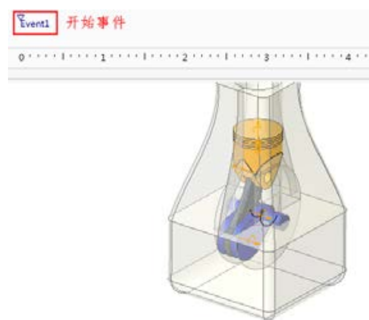


图 8-37 定义初始事件

定义了某个事件后，动画元素和事件之间便建立了关系。每一个事件也定义了一个动作，图 8-38 所示为时间线上的某一个事件。还可以通过拖动单个事件来改变其在整个时间域中的位置，如图 8-39 所示。

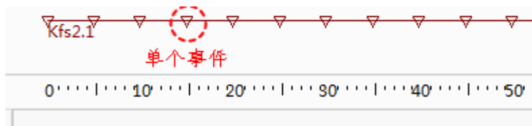


图 8-38 时间线上的事件

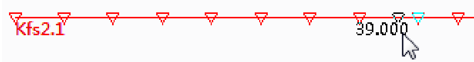


图 8-39 拖动事件改变其时间位置

2. 设置时域

时域就是动画的开始到结束之间的时间长度和帧数。在“时间线”组中单击“时域”按

钮 时域，弹出“动画时域”对话框，如图 8-40 所示。通过该对话框可以设置时域的开始时间、结束时间、帧数，以及帧与帧之间的间隔时间等。



图 8-40　设置时域

图 8-41 所示为动画的时域总长。

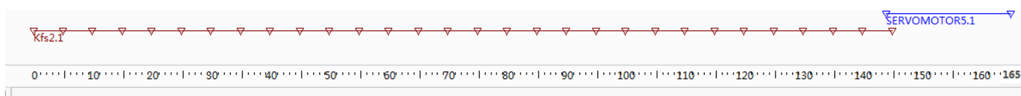


图 8-41　动画的总时域长度

五、定义视图

在装配动画的过程中，为了能够清晰地表达出各个方向上的组装动画，就需要为动画定义多个视图。总共可以定义 7 个视图：6 个标准视图和 1 个轴承视图（默认视图）。

在“图形设计”组中单击“定时视图”按钮，弹出“定时视图”对话框，如图 8-42 所示。在“名称”选项组的视图下拉列表框中选择一个视图，在“时间”选项组中设置视图插入的时间，单击“应用”按钮，即可完成视图的定义。



温馨提示：

定义的视图需插入到要在该视图方向开始组织动画的时间起点上，即上一个视图动画时间结束点。或者每插入一个视图，就要在该视图方向上开始拖动元件，进行动画制作。

有时为了能让内部的装配结构表达得更清楚，在动画过程中可以设置外部零件的透明度，也就是定时透明设置。

在“图形设计”组中单击“定时透明”按钮，弹出“定时透明”对话框，如图 8-43 所示。

选择要透明的零件，设置透明值后，按鼠标中键或者单击“应用”按钮，定时透明标记将自动添加到时间线窗口中，如图 8-44 所示。



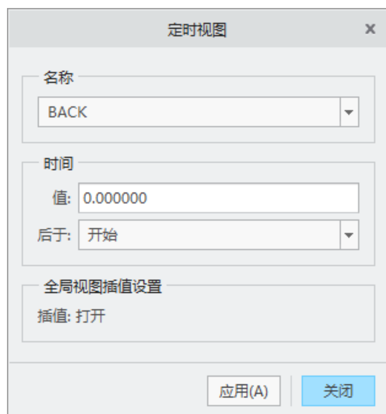


图 8-42 “定时视图”对话框



图 8-43 “定时透明”对话框

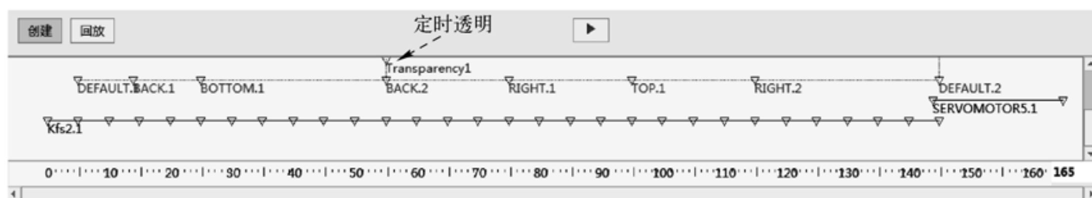


图 8-44 定时透明

六、运行动画

1. 关于“时间线”

使用时间线窗口可以查看和操作动画事件。当定义一个事件时，该事件必须在时间线上才能被包括到动画中。使用“动画”选项卡中的命令创建或编辑事件，或右击任意时间线时间，并在弹出的快捷菜单中选择相应的命令即可。时间线窗口如图 8-45 所示。

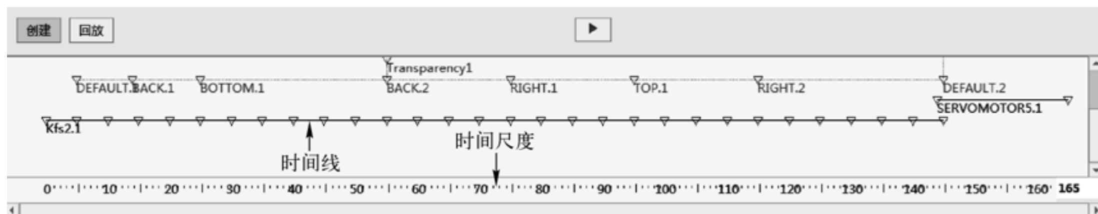


图 8-45 时间线窗口

- 新动画时间线的默认长度和持续时间为 10 秒。
- 要放大某个区域，需要在“时间线”组中单击“放大时间刻度”并在该区域周围绘制一个框。
- 要更改动画的持续时间，需要双击时间尺度，然后更改动画时域。

2. 生成动画

当定义了动画的所有动作之后，在时间线窗口顶部单击“生成动画”按钮▶，将生成动画并播放一次动画。

3. 回放

当生成动画并播放一次后，可以单击时间线窗口左上角的“回放”按钮回放，打开播放器工具栏，通过播放器工具栏可以控制回放的速度和方向，如图 8-46 所示。



图 8-46　播放器工具栏

如果要保存动画，需在“动画”选项卡的“回放”组中单击“回放”按钮，弹出“回放”对话框，如图 8-47 所示。单击“回放”按钮，也可以打开播放器工具栏。

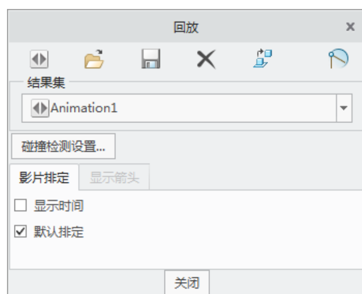


图 8-47　“回放”对话框

单击“保存”按钮，可将动画保存到磁盘中。动画文件的格式为.pba。

第 3 节　机构仿真和动画制作案例

案例 1　二级齿轮减速机构仿真

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch08\减速机构.asm
演示视频路径：\视频\Ch08\二级齿轮减速机构仿真.avi

建模方法解析

本例主要使用销连接、平面连接、圆柱连接、齿轮副、伺服电动机和动态分析等工具完成二级齿轮减速机构的运动仿真。图 8-48 所示为装配的二级齿轮减速机构。

命令关键词：“组装”、“机构”、“动画”

二级减速机构仿真的制作思路如下。

- 首先装配完所有的组件。
- 进入机构仿真环境。
- 指定主体。

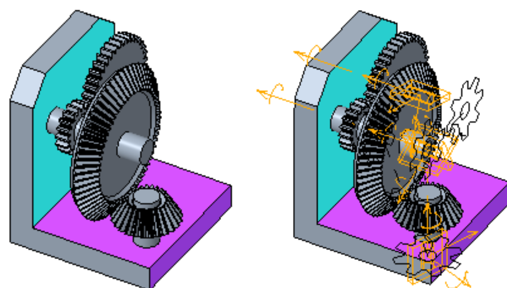


图 8-48　二级齿轮减速机构

- 创建连接。
- 添加伺服电动机。
- 运行机构仿真。
- 创建仿真动画。

二级减速机构仿真流程如图 8-49 所示。

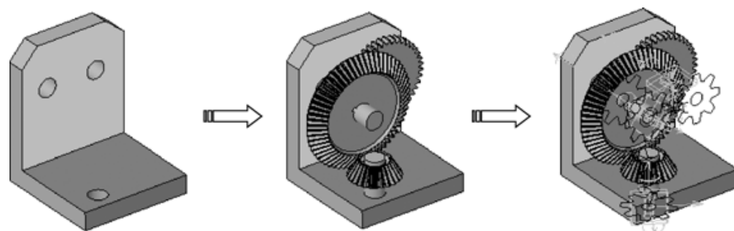


图 8-49　减速机构仿真与动画制作流程

设计步骤：

1. 二级齿轮减速机构连接装配

01 新建一个名为“减速机构”的组件装配文件，然后设置工作目录。

02 单击“组装”按钮，然后从本例素材文件夹中打开第 1 个模型“01.prt”，此模型为固定的主模型。在“装配”操控板中以“默认”的装配方式装配此模型，如图 8-50 所示。



图 8-50　装配第 1 个组件模型

03 装配第 2 个组件模型。第 2 个组件使用有连接接口的装配约束方式。装配第 2 个组件模型“02.prt”的过程如图 8-51 所示。

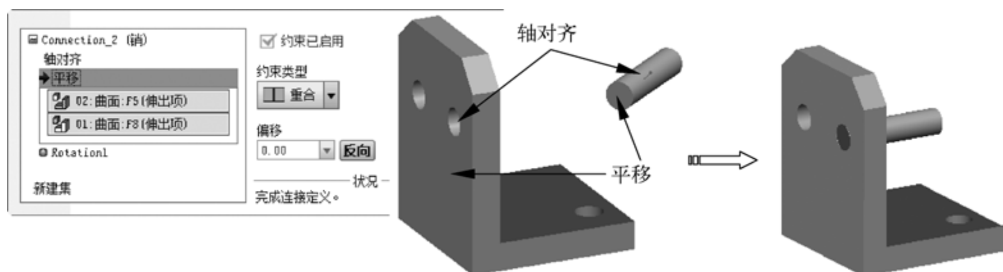


图 8-51　装配第 2 个组件模型

04 装配第 3 个组件模型“03.prt”的过程及装配方式与装配第 2 个组件相同，如图 8-52 所示。

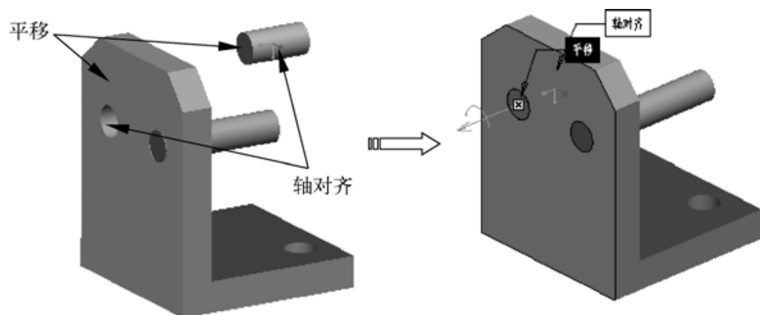


图 8-52　装配第 3 个组件模型

05 同理，再装配第 4 个组件（第 4 个组件与第 3 个组件为同一模型），如图 8-53 所示。

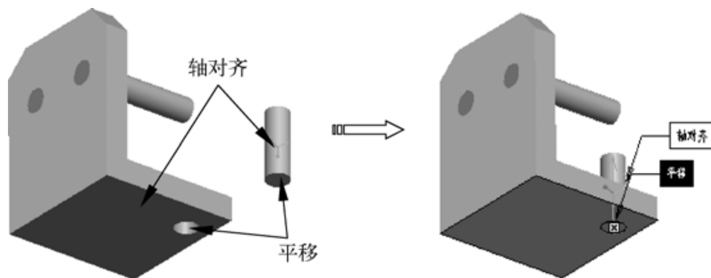


图 8-53　装配第 4 个组件模型

06 先以“圆柱”装配约束方式装配第 5 个组件。然后在“放置”选项板中单击“新建集”按钮，再新建一个平面约束，如图 8-54 所示。

07 在“移动”选项板中设置运动类型为“平移”，然后拖动组件 5 到组件 3 的中间位置，如图 8-55 所示。

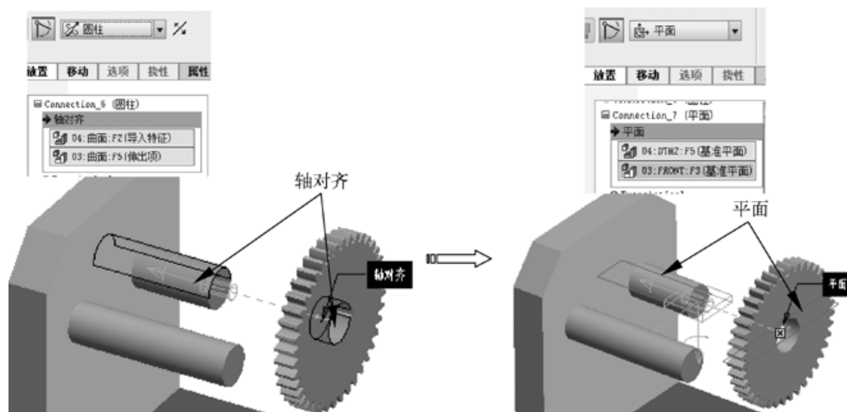


图 8-54　装配第 5 个组件模型

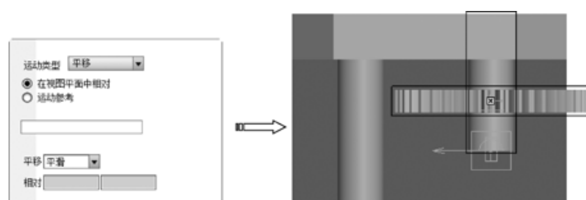


图 8-55　移动第 5 个组件模型



技巧点拨：

当齿轮与轴装配在一起时，齿轮应该与轴一起旋转，并能沿轴滑动，而在“齿轮副”的定义中，所选的连接轴要求是旋转轴，因此在装配中选取了一个“圆柱”连接和一个“平面”连接。

08 装配第 6 个组件。其装配方法与第 5 个组件相同，如图 8-56 所示。

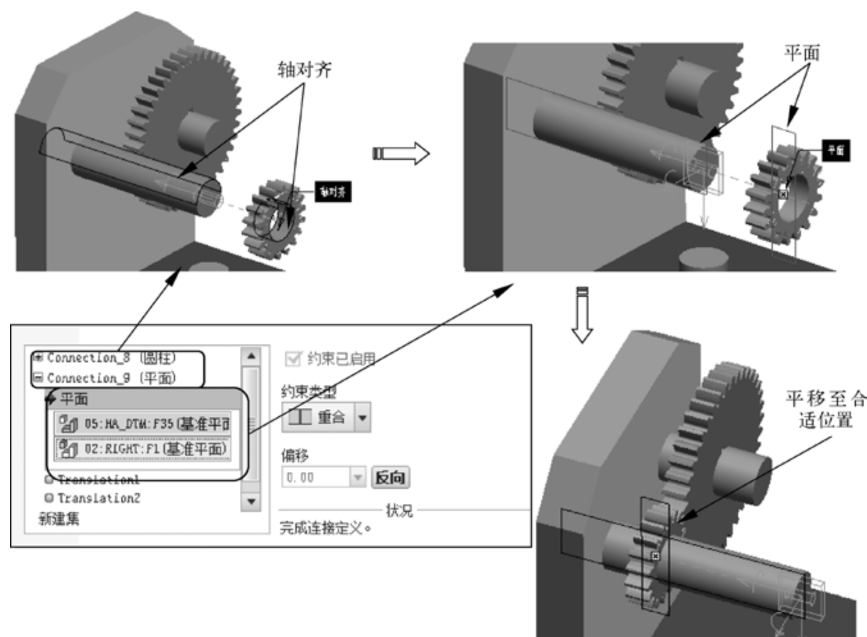


图 8-56　装配第 6 个组件模型

09 装配第 7 个组件。其装配方法也与第 5 个组件相同，如图 8-57 所示。

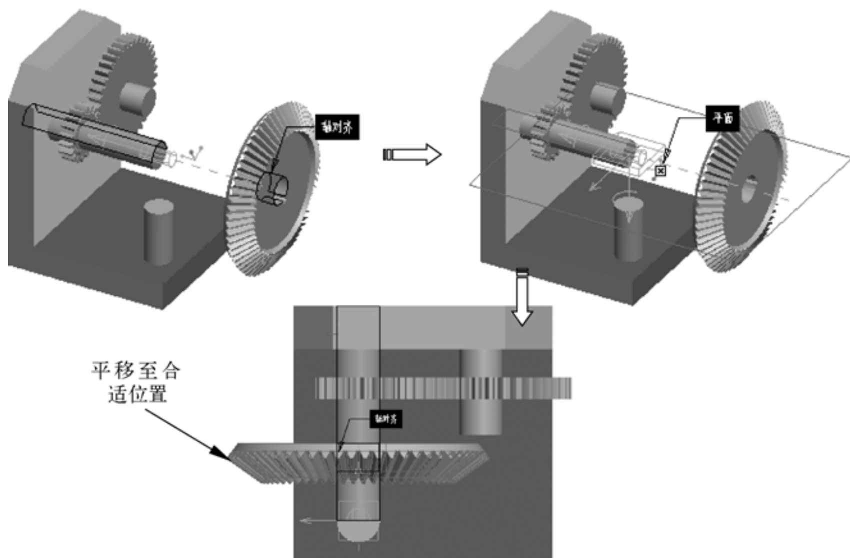


图 8-57　装配第 7 个组件

10 装配第 8 个组件，这也是最后一个组件，如图 8-58 所示。

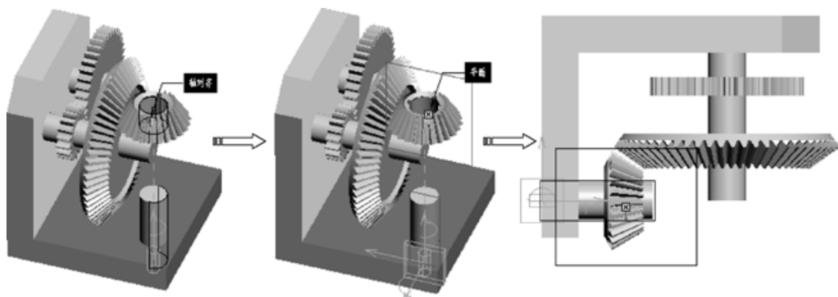


图 8-58　装配第 8 个组件模型



技巧点拨：

若两个锥齿轮间存在接触间隙，可以适当平移两个锥齿轮，直至接触。

2. 创建机构仿真

01 在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“机构”按钮，进入机构仿真环境。

02 在“机构”选项卡的“主体”组中单击“重新连接”按钮 重新连接，弹出“连接装配”对话框。单击“运行”按钮，会弹出“确认”对话框，以检测各组件之间是否完全连接，如图 8-59 所示。

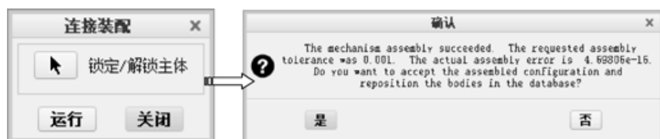


图 8-59　检测装配连接



03 定义齿轮副。在“连接”组中单击“齿轮”按钮，弹出“齿轮副定义”对话框。在“齿轮 1”选项卡中定义组件 7 为齿轮副的齿轮 1，如图 8-60 所示。



技巧点拨：

由于组件 7 与组件 1 的运动轴重合，为了便于选取，可以右击切换选取，也可以在运动轴位置右击，并在弹出的快捷菜单中选择“从列表中拾取”命令，弹出“从列表中拾取”对话框，从中选择需要的运动轴即可，如图 8-61 所示。

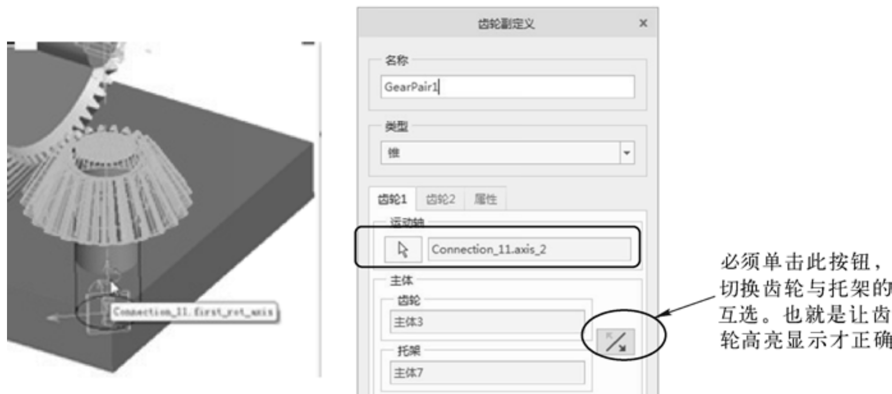


图 8-60 选择运动轴定义齿轮 1

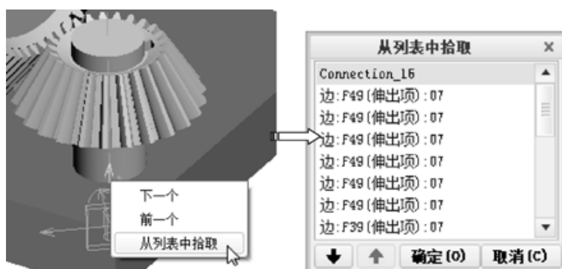


图 8-61 运动轴的选取方法

● 在“齿轮 2”选项卡中单击“选取一个运动轴”按钮，然后选择大锥齿轮的运动轴来定义齿轮 2，如图 8-62 所示。。



图 8-62 定义齿轮 2

● 在“属性”选项卡中设置齿轮副的直径比，如图 8-63 所示。单击“齿轮副定义”对话框中的“确定”按钮，完成齿轮副的定义。

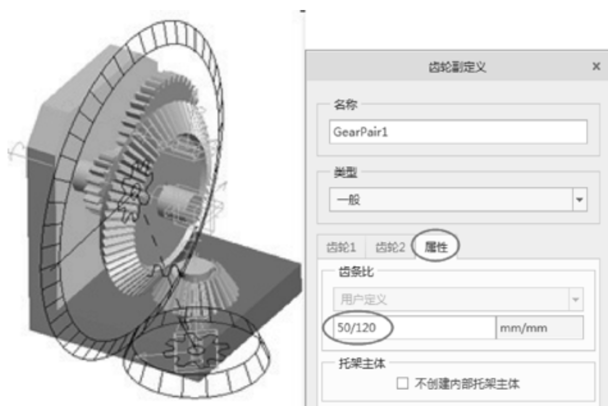


图 8-63　设定齿轮直径比

04 同理，需要定义组件 4 和组件 5 为另一齿轮副。在“齿轮副定义”对话框中选择类型为“正”。所选的齿轮 1 的运动轴如图 8-64 所示。所选的齿轮 2 的运动轴如图 8-65 所示。



技巧点拨：

齿轮 1 必须是齿轮副传动的主齿轮。

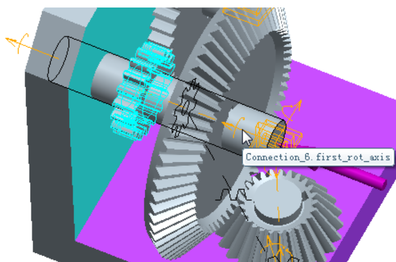


图 8-64　定义齿轮 1

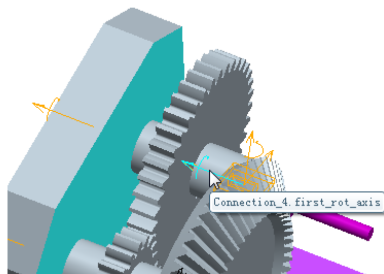


图 8-65　定义齿轮 2

● 在“属性”选项卡中定义齿轮的直径比为 36:80，最后单击“确定”按钮，完成齿轮副的定义，如图 8-66 所示。

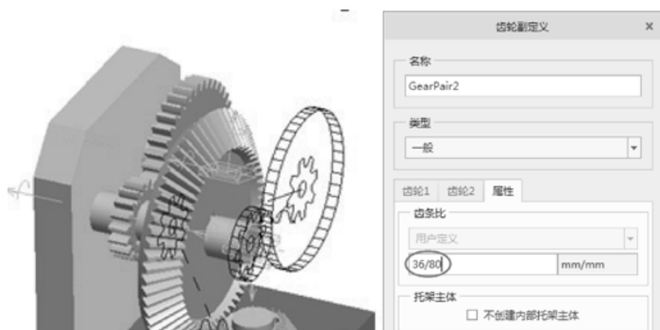


图 8-66　设定齿轮直径比



05 定义伺服电动机。单击“伺服电动机”按钮，打开“电动机”操控板。然后指定电动机的运动轴，如图 8-67 所示。

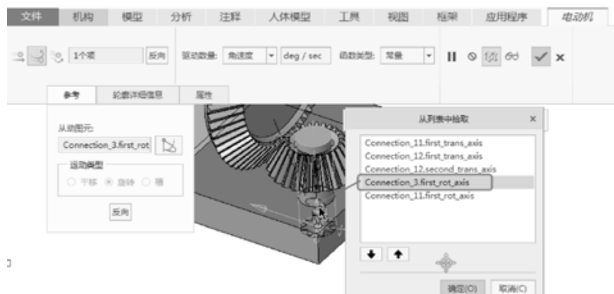


图 8-67　指定运动轴

- 在“轮廓详细信息”选项板中设定电动机主轴速度为常量 200，单击“确定”按钮完成伺服电动机的定义，如图 8-68 所示。

06 单击“机构分析”按钮，设置终止时间为 50，单击“运行”按钮，运行仿真。成功后单击“确定”按钮，关闭对话框。

07 单击“回放”按钮回放，弹出“回放”对话框。单击“保存”按钮，将仿真文件保存，如图 8-69 所示。

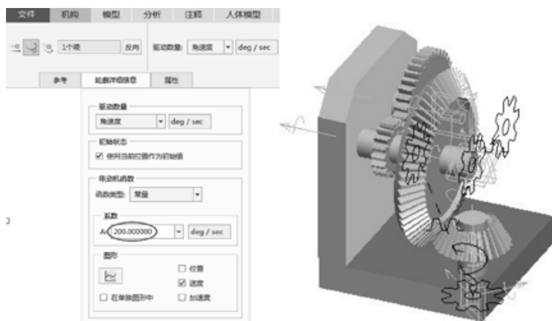


图 8-68　定义电动机的速度

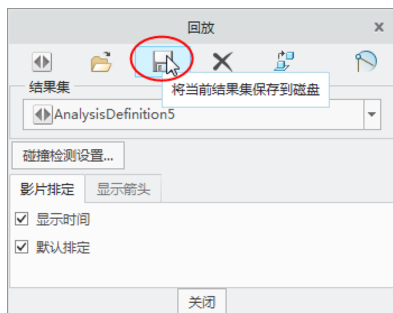


图 8-69　保存仿真文件

3. 创建仿真动画

01 在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“动画”按钮，进入动画制作环境。

02 在“动画”选项卡的“模型动画”组单击“从机构动态对象导入”按钮，弹出“定义动画”对话框，如图 8-70 所示。

- 在对话框单击“导入结果文件”按钮，将前面保存的仿真文件打开，如图 8-71 所示。



图 8-70　“定义动画”对话框

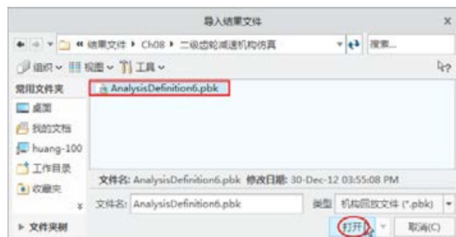


图 8-71　导入仿真结果文件

- 单击“定义动画”对话框中的“确定”按钮确定，完成导入。

03 导入仿真文件后，时间线窗口如图 8-72 所示。

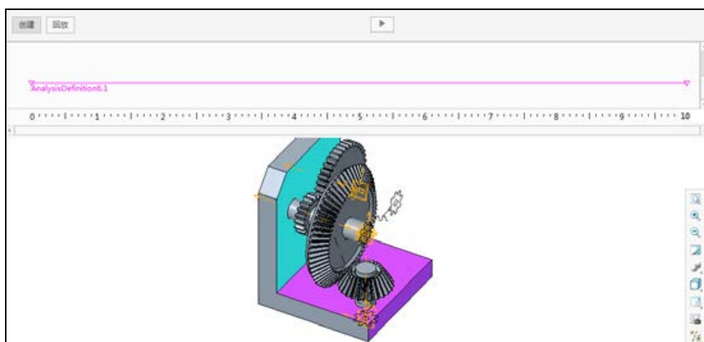


图 8-72　动画中的时间线窗口

04 单击“生成动画”按钮，生成动画并播放一次动画。

05 最后单击“回放”按钮回放，弹出“回放”对话框。单击“保存”按钮，将动画回放文件保存即可。

案例 2　齿轮泵动画制作

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch08\齿轮泵.asm
演示视频路径：\视频\Ch08\齿轮泵动画制作.avi

建模方法解析

本例将创建齿轮泵装配体的分解动画和快照动画。本例的齿轮泵装配体组装工作已经完成。图 8-73 所示为齿轮泵装配体分解视图。

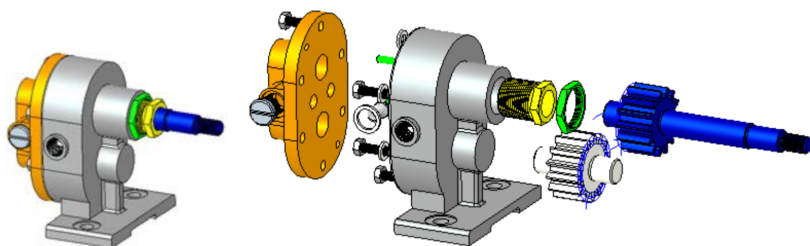


图 8-73　齿轮泵机构装配体分解视图

命令关键词：“组装”、“机构”、“动画”

齿轮泵体的分解动画与快照动画制作思路如下。

- 首先创建分解动画。
- 定义主体。
- 拖动各个主体并进行拍照。
- 创建关键帧序列。
- 生成分解动画并播放。

● 创建快照动画。

齿轮泵机构分解动画与快照动画制作流程如图 8-74 所示。

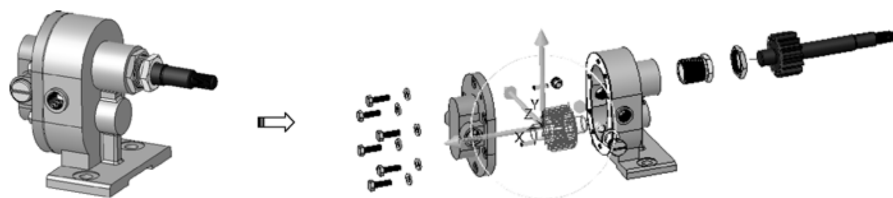


图 8-74 齿轮泵机构分解动画制作流程

设计步骤：

1. 创建分解动画



技巧点拨：

对于分解动画，必须制作装配体的分解视图，可以在组件装配环境的“模型显示”组中单击“分解视图”按钮分解视图进行创建，还可以在动画制作环境中创建关键帧序列时定义分解状态，其实操作都是一样的。本例的装配体模型虽然已经创建了分解视图，但还是要在动画环境中重新介绍一下如何定义分解状态。

01 从本例素材源文件夹中打开“齿轮泵.asm”装配体文件。

02 在“应用程序”选项卡的“运动”组中单击“动画”按钮，进入动画制作环境。

03 在“动画”选项卡的“模型动画”组中单击分解按钮，弹出“定义动画”对话框。

● 在“初始快照”下拉列表框中任意选择一个组件（主体）的快照作为动画的原始状态，如图 8-75 所示。单击“确定”按钮确定，完成分解动画的创建。

04 接下来创建关键帧序列。单击“关键帧序列”按钮，弹出“关键帧序列”对话框。

● 保留默认的关键帧名称。在“序列”选项卡中，单击“定义新分解状态”按钮，准备定义装配体的分解状态，如图 8-76 所示。

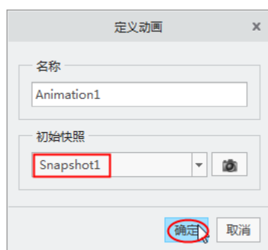


图 8-75 创建分解动画

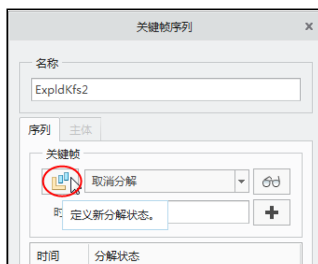


图 8-76 创建关键帧序列

● 在随后弹出的“分解视图”对话框中，可以看见已经存在一个“默认分解”的分解视图，其实是在组件装配环境下创建的，如图 8-77 所示。

● 可以重新创建一个分解视图（也可以使用“默认分解”）。单击“新建”按钮，重新创建一个分解视图，名称保持默认即可，如图 8-78 所示。

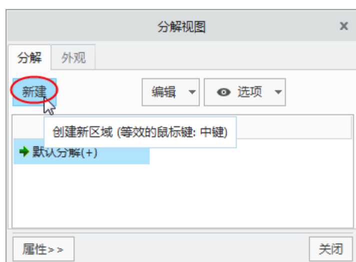


图 8-77　“分解视图”对话框

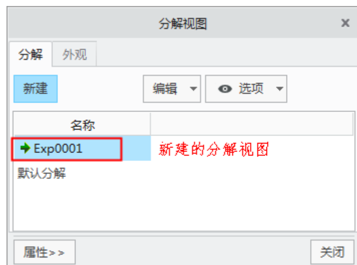


图 8-78　新建分解视图

- 接着为新建的分解视图创建组件的移动操作。在“编辑”下拉列表框中选择“编辑位置”选项，打开“分解工具”操控板，如图 8-79 所示。
- 利用操控板中的“平移”工具，依次将装配体的组件由外向内平移至一定的距离，也就是完全分解组件，如图 8-80 所示。

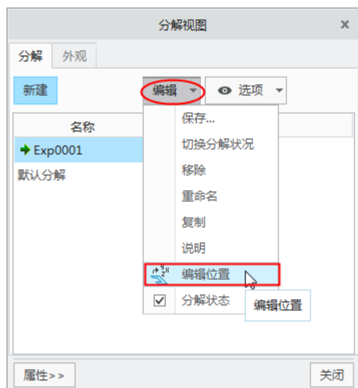


图 8-79　“分解视图”对话框

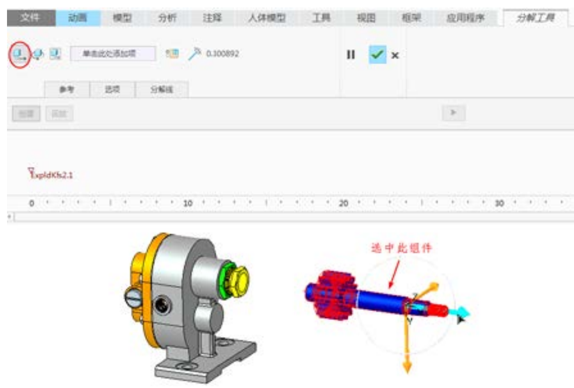


图 8-80　为移动组件创建分解状态

- 分解完成的结果如图 8-81 所示。单击“应用”按钮，关闭操控板。

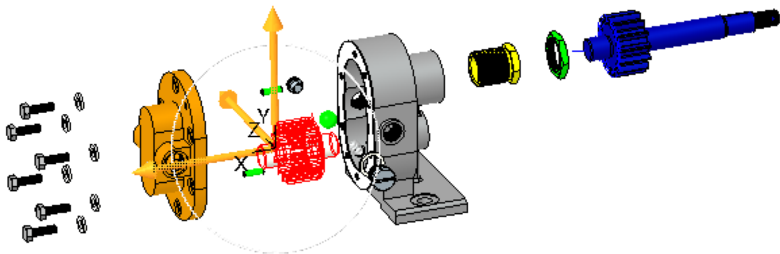


图 8-81　分解后的组件状态

- 返回“分解视图”对话框，在“编辑”下拉列表框中选择“保存”选项，将分解状态进行保存，如图 8-82 所示。单击“关闭”按钮，完成分解操作。



温馨提示：

必须保存分解状态，否则不能创建出分解动画。





图 8-82　保存分解状态

- 在“关键帧序列”对话框的“序列”选项卡下，选择“取消分解”选项，单击按钮，添加到分解状态列表框中，且此状态的时间为 0，如图 8-83 所示。意思是让分解视图归于原始状态。
- 选择新建的 EXP0001 分解状态，设置分解时间为 20，再单击按钮，添加到分解状态列表框中，如图 8-84 所示。注意，此时间不是动画总长时间。

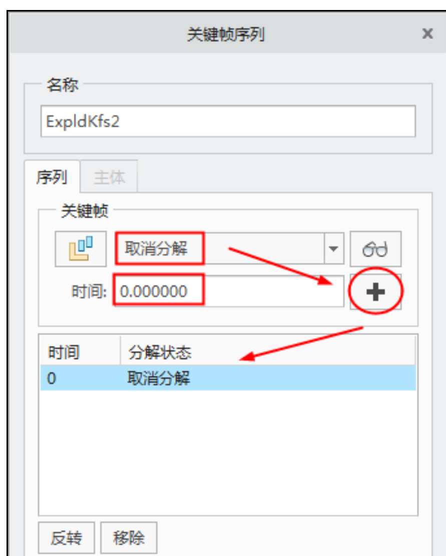


图 8-83　添加“取消分解”状态

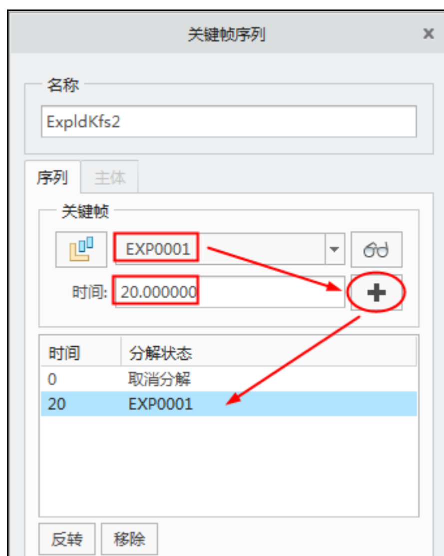


图 8-84　添加定义的分解状态

- 在“关键帧序列”对话框中单击“确定”按钮，完成关键帧序列的定义。可以看见时间线窗口中定义的关键帧。

05 编辑时域。单击“时间线”组中的“时域”按钮时域，弹出“动画时域”对话框。设置结束时间为 20，与分解时间保存一致。单击“应用”按钮应用(A)，完成动画时间的定义，如图 8-85 所示。

06 单击时间线窗口顶部的“生成”按钮，生成分解动画。

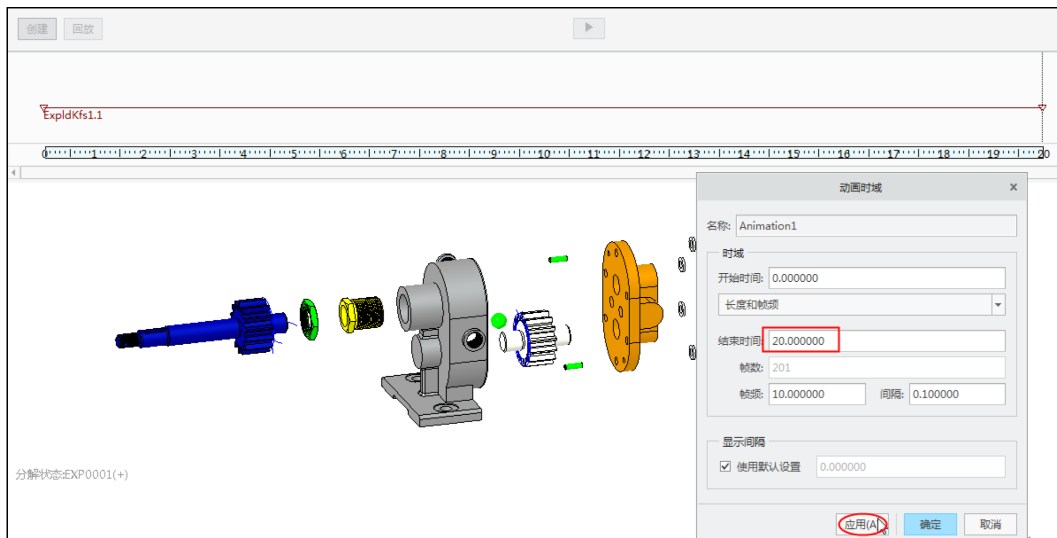


图 8-85　定义动画时间

2. 创建快照动画

01 在“动画”选项卡的“模型动画”组中单击 快照 按钮，弹出“定义动画”对话框。保留默认的动画名称，单击“确定”按钮 确定 ，完成快照动画的创建，如图 8-86 所示。

02 接下来定义主体。单击“主体定义”按钮 主体定义 ，弹出“主体”对话框。分别单击“每个主体一个零件”按钮和“关闭”按钮，完成主体定义，如图 8-87 所示。



温馨提示：

由于本例已经进行过机构仿真设计，所以主体是定义完成的。如果没有进行过仿真设计，那么“主体”对话框左侧的列表框中就是空的，只需多次单击“新建”按钮并一一指定组件成为主体即可。

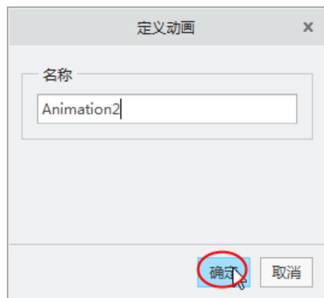


图 8-86　创建快照动画

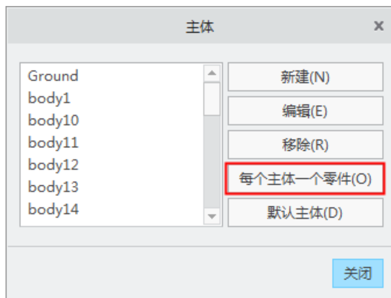


图 8-87　定义主体

03 接下来创建关键帧序列。单击“关键帧序列”按钮 ，弹出“关键帧序列”对话框。

- 由于对话框中没有关键帧（就是由连续运动中的某一个瞬间拍下的快照），需要一一创建。单击“编辑或创建快照”按钮 ，弹出“拖动”对话框，如图 8-88 所示。

温馨提示：

当然，也可以在创建关键帧序列之前，在“图形设计”组中单击“拖动元件”按钮，完成快照的创建。每一张快照就是一次组件的组装。

- 此时需要单击“拍下当前配置的快照”按钮为第一个静止的状态拍下一张快照，如图 8-89 所示。



图 8-88　创建快照

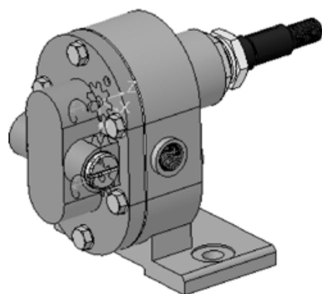




图 8-89　拍下第一张快照

- 接下来拍下第 2 张快照，第 2 张快照处于自动选中的状态，单击对话框顶部的“点拖动”按钮，再单击“高级拖动选项”选项组中的“Z 向平移”按钮，然后拖动螺钉平移到一定的位置。
- 同理，继续拍下第 3 张快照，一直到第 14 张快照，包括 Z 向平移和 X 向平移。平移结果如图 8-90 所示。单击“关闭”按钮，关闭对话框并返回到“关键帧序列”对话框中。

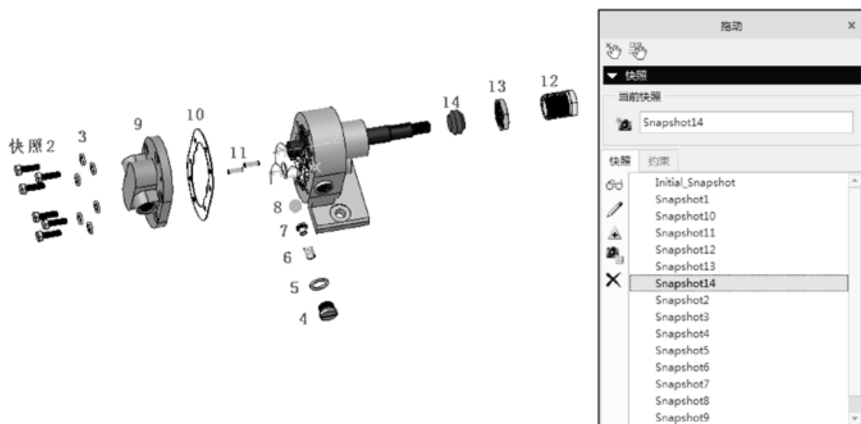


图 8-90　拖动主体并拍照的最终结果

- 此时，创建的快照自动添加到时间和快照列表框中，如图 8-91 所示。14 个快照总时间只有 14 秒，间隔是 1 秒，太短了，需要更改每个快照的时间长度。

- 将每个快照的时间长度均设置为 5 秒，共 14 个快照，总时长应为 70 秒。从最后一张快照进行修改。选中 Snapshot14，然后在“时间”文本框中修改时间数值为 70，必须按“Enter”键确认，如图 8-92 所示。
- 依次修改其余快照，从 Snapshot13 到 Snapshot1，时间间隔为 5 秒。

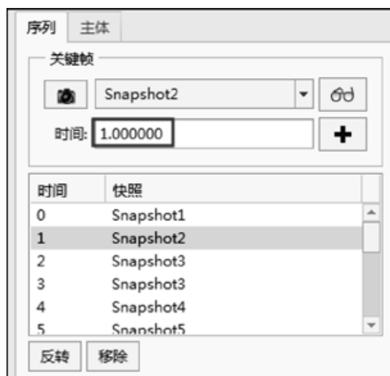


图 8-91　时间与快照

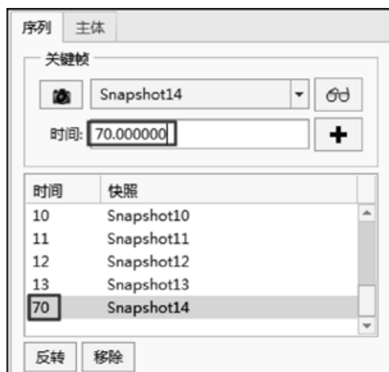


图 8-92　修改快照时间

- 其实快照 1 Snapshot1 到快照 14 Snapshot14 是一个分解动画，零件组装与分解是一对逆反操作。把分解的 14 个快照顺序颠倒过来，就会变成组装快照。单击时间列表框下面的“反转”按钮 反转，使 Snapshot14 排列在第一位，而 Snapshot1 则排列到最后一位，如图 8-93 所示。



技巧点拨：

既然可以反转顺序，说明在快照动画中也是可以创建出分解动画，当然，还可以在快照动画中同时创建分解和组装动画。

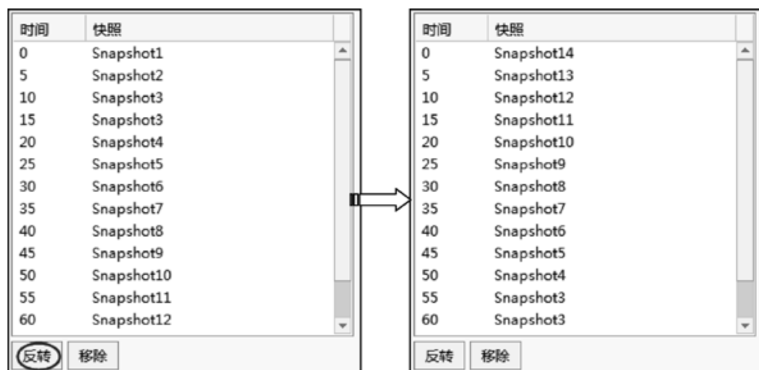


图 8-93　反转快照排列顺序

- 最后单击“关键帧序列”对话框中的“确定”按钮 确定，完成关键帧序列的定义。

04 单击“时间线”组中的“时域”按钮 时域，弹出“动画时域”对话框。设置结束时间为 70，与快照时间总长度保存一致。单击“应用”按钮 应用(A)，完成动画时间的定义。

05 整个组装过程是在 3 个方向完成的，可以创建定时视图。

- 单击“定时视图”按钮，首先选择轴侧视图，设置“后于”为 Snapshot13，意思是在动画 5 秒的位置由自由视图转到轴侧视图方向，如图 8-94 所示。
- 同理，添加其余定时视图。

06 添加定时透明，使泵盖透明，以便于观察内部结构。

- 单击“定时透明”按钮，弹出“定时透明”对话框。当动画播放到 30 秒时，转到 BACK 方向，也正是泵盖的正视图方向。选择泵盖后，单击“确定”按钮，设置在 30 秒处创建定时透明，如图 8-95 所示。

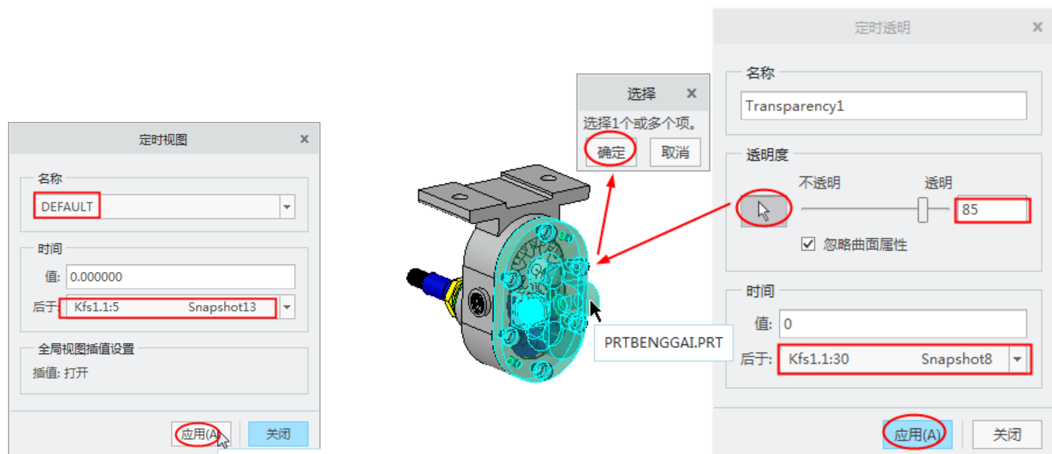


图 8-94　创建定时视图　　　　图 8-95　创建定时透明

- 创建的定时视图和定时透明的标记位于时间线窗口中，如图 8-96 所示。



图 8-96　创建的定时视图和定时透明标记

07 单击时间线窗口顶部的“生成”按钮，生成快照动画。

08 最后在时间线窗口左上角单击“回放”按钮，进入回放，再单击时间线窗口左上角显示的“保存”按钮，保存动画文件。

第 4 节　Creo工程师认证试题

一、绘图题

（1）螺杆式坐标仪齿轮滑槽机构仿真。本练习的螺杆式坐标仪齿轮滑槽机构如图 8-97 所示。

（2）凸轮机构仿真。本练习的凸轮机构如图 8-98 所示。

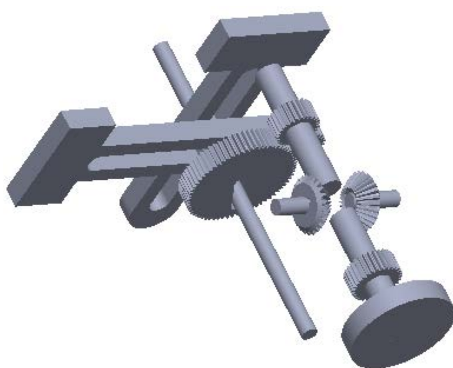


图 8-97　螺杆式坐标仪齿轮滑槽机构

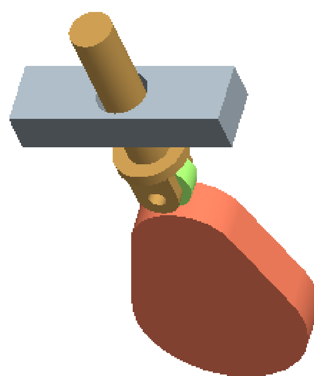


图 8-98　凸轮机构



第 9 章 工程图设计



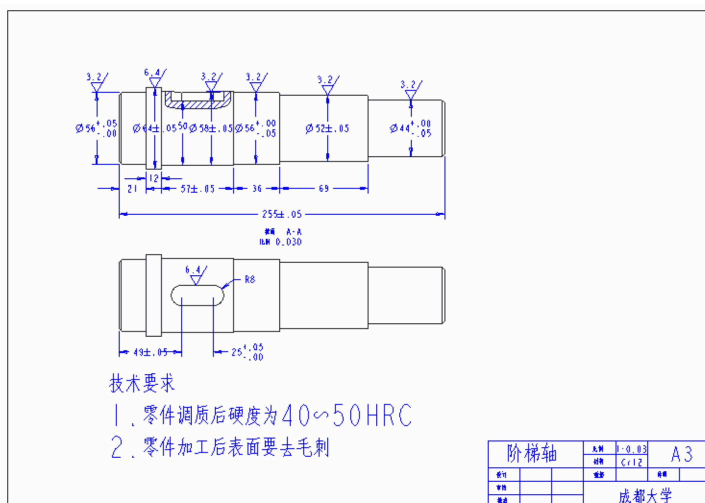
本章导读

由于三维实体模型和真实事物保持了高还原度，在展示零件时直观、明了，因此是表达复杂零件的有效手段。但是在实际生产中，有时需要使用一组二维图形来表达一个复杂零件或装配组件，此种二维图形就是工程图。

在机械制造行业的生产一线常用工程图来指导生产过程。Creo 具有强大的工程图设计功能，在完成零件的三维建模后，使用工程图模块可以快速、方便地创建工程图。本章将介绍工程图设计的一般过程。



案例展现

<table>
<tr><th>案　例　图</th><th>描　　述</th></tr>
<tr><td>
</td><td>本章前面介绍了工程视图的建立、工程图的标注、操纵和显示的基本思路和方法。本节以典型的工程图的建立和标注为例来进行讲解，让读者更深入地掌握工程图相关内容建立的过程和要点。阶梯轴的工程图包括一组视图、尺寸和尺寸公差、形位公差、表面粗糙度，以及一些必要的技术说明等。</td></tr>
</table>

第 1 节　创建工程图

工程图使用一组二维平面图形来表达一个三维模型。在创建工程图时，根据零件复杂程度的不同，可以使用不同数量和类型的平面图形来表达零件。工程图中的每一个平面图形被称为一个视图，视图是工程图中最重要的结构之一，Creo 提供了多种类型的视图。设计者在表达零件时，在确保将零件表达清楚的前提下，又要尽可能地减少视图数量，因此，视图类型的选择是关键。

一、工程图环境界面

Creo 提供了强大的工程图功能，可以将三维模型自动生成所需的各种视图，而且工程图与模型之间是全相关的，无论何时修改了模型，其工程图都将自动更新，反之亦然。Creo 还提供了多种图形输入/输出格式，如 DWG、IGS 和 STP 等，可以和其他二维软件交换数据。图 9−1 所示为三维模型和工程图之间的关系示意图。

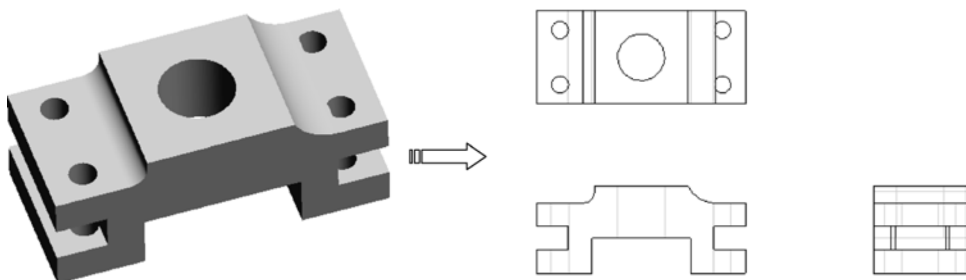


图 9−1　三维模型和工程图之间的关系示意图

Creo 工程图是一个独立的模块，要新建一个绘图文件，才可以进行工程图的创建，如图 9−2 所示。绘图文件的扩展名为“．drw”。

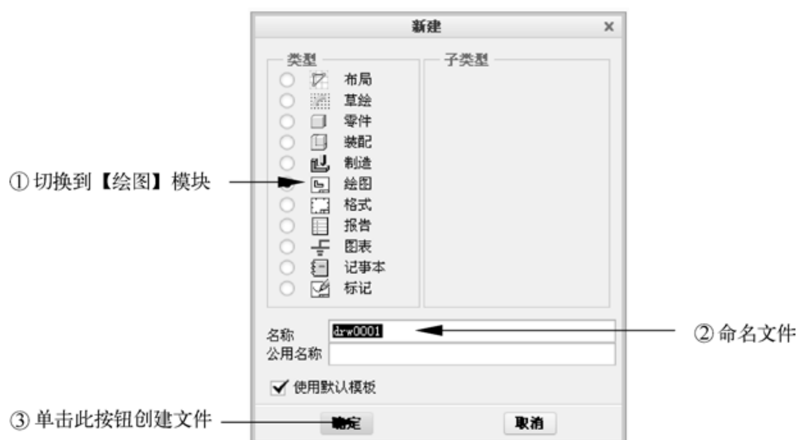
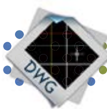


图 9−2　新建绘图文件



取消选择“使用默认模板”复选框，建立一个新的绘图文件之后，会弹出“新建绘图”对话框，供用户设置一些工程图的属性，如要处理的模型、使用的模板等，如图 9-3 所示。

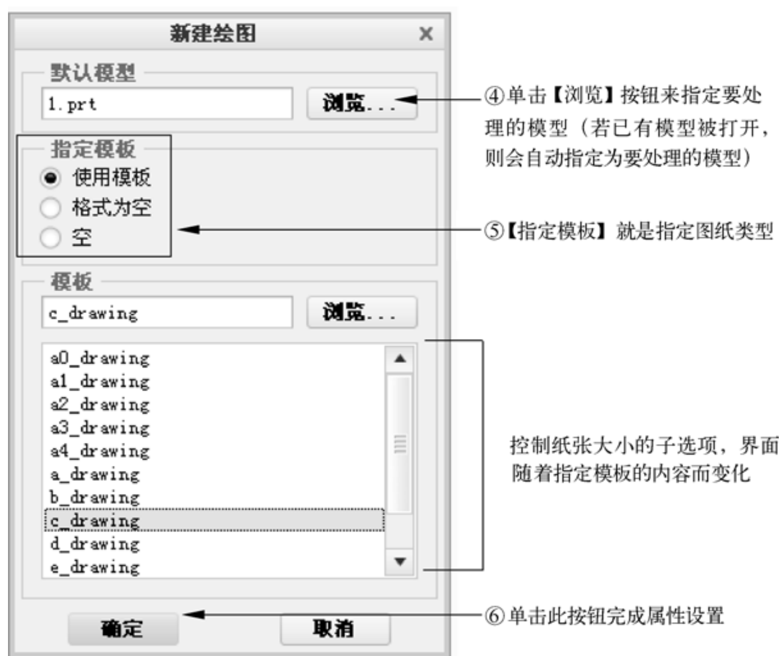


图 9-3 “新建绘图”对话框

1. 使用模板

Creo 根据已经规划好的模板自动产生 3 个视图。模板可以是内建的，或是用户自行设计的。内建的模板只会产生三个视图，而用户自定义的模板则可以自由设置，如图 9-4 所示。

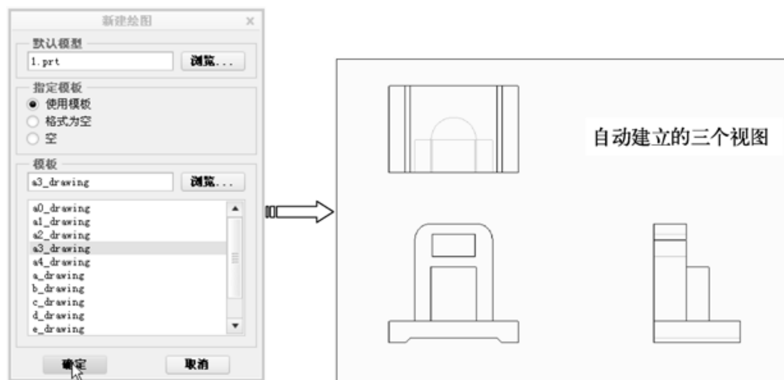


图 9-4 使用模板创建

2. 格式为空

使用具有格式的图纸，则不会自动建立视图，用户可以使用系统内建或自定义的格式文件（*.frm）。如果要建立自定义的格式，必须从另一个模块“格式”入手，如图 9-5 所示。

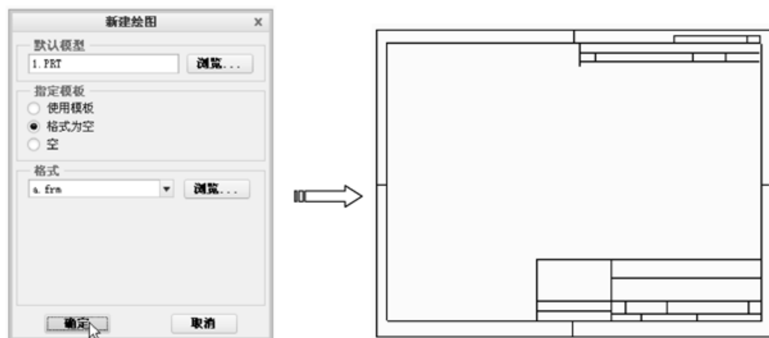


图 9-5　使用空格式创建

3. 空白图纸

使用完全空白的图纸，可以选取标准规格的图纸，或是自行设置特殊尺寸，如图 9-6 所示。



图 9-6　使用空白图纸创建

设置完工程图的属性之后，就会进入工程图的工作界面，如图 9-7 所示。

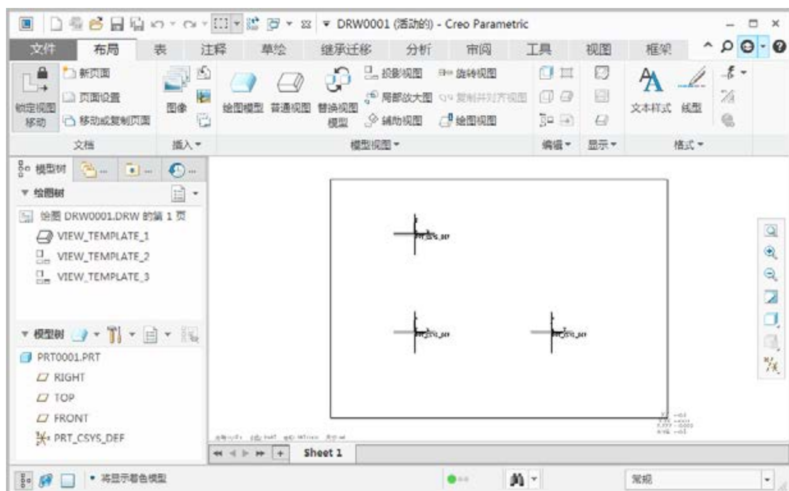
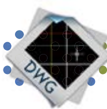


图 9-7　工程图的工作界面



4. 工程图环境设置

在机械制图中，我国采用的是第 1 角画法，而欧美等国则采用第 3 角画法；在第 1 角画法中，包括主视图、俯视图和左视图；在第 3 角画法中，包括前视图、顶视图和右视图。其中正面投影称为前视图，垂直投影称为顶视图，侧面投影称为右视图。Creo 默认采用第 3 角画法，所以应将工程图选项第 3 角画法改为第 1 角画法，步骤如下。

01 选择“文件”→“准备”→“绘图属性”命令，弹出“绘图属性”对话框。

02 在“详细信息选项”选项组中单击“更改”按钮，如图 9-8 所示，弹出“选项”对话框。



图 9-8　更改绘图属性

03 在“选项”对话框中，将“projection_type”值修改为“first_angle”，如图 9-9 所示，然后单击“确定”按钮，将第 3 角画法修改为我国通用的第 1 角画法。

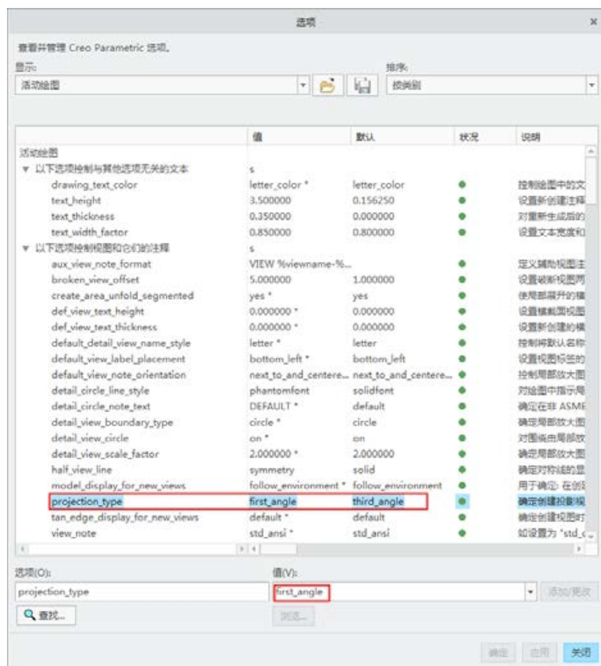


图 9-9 “选项”对话框

二、基本视图

Creo 中的视图类型丰富，根据视图使用目的和创建原理的不同，对视图分类如下。

1. 一般视图（主视图）

一般视图是系统默认的视图类型，为模型创建的第 1 个视图，也称为主视图。一般视图是按照一定投影关系创建的一个独立正交视图，如图 9-10 所示。

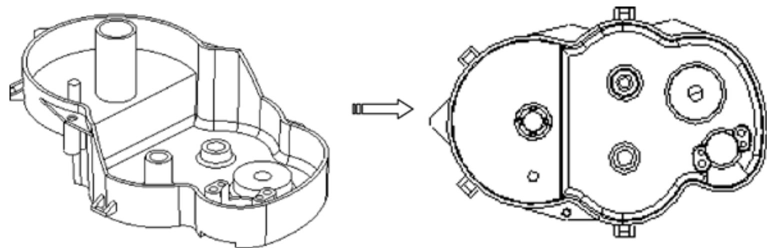


图 9-10　主视图

当然，同一模型可以创建多个不同结果的一般视图，这与选定的投影参照和投影方向有关。通常用一般视图来表达零件最主要的结构，通过一般视图可以最直观地看出模型的形状和组成。因此，通常将主视图作为创建其他视图的基础和根据。

2. 投影视图

对于同一个三维模型，如果从不同的方向和角度进行观察，其结果也不一样。在创建一般视图后，还可以在正交坐标系中从其余角度观察模型，从而获得与一般视图符合投影关系的视图，这些视图被称为投影视图。图 9-11 所示为在一般视图上添加投影视图的结果，这里添加了 4 个投影视图。但是在实际设计中，仅添加设计需要的投影视图即可。

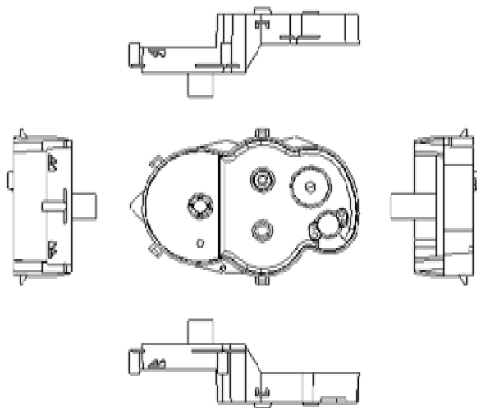


图 9-11　投影视图

在创建投影视图时，需要注意以下几个要点。

- 投影视图不能是工程图的第 1 个视图，在创建投影视图时，必须指定一个视图作为父视图。

- 投影视图的比例由其父视图的比例决定，不能为其单独指定比例，也不能为其创建透视图。
- 投影视图的放置位置不能自由移动，要受到父视图的约束。

3. 辅助视图

辅助视图是对某一视图进行补充说明的视图，通常用于表达零件上的特殊结构。如图 9-12 所示，为了看清主视图在箭头指示方向上的结构，使用该辅助视图。

4. 详细视图

详细视图使用细节放大的方式来表达零件上的重要结构。如图 9-13 所示，图中使用详细视图表达了齿轮齿廓的形状。

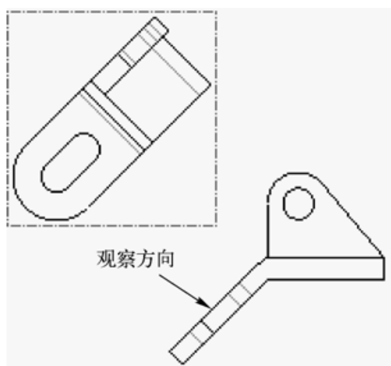


图 9-12　辅助视图示例

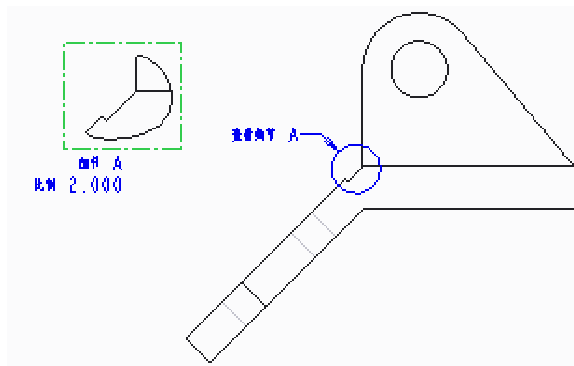


图 9-13　详细视图示例

5. 旋转视图

旋转视图是指定视图的一个剖面图，并绕切割平面投影旋转 90°。图 9-14 所示为轴类零件，为了表达键槽的剖面形状，在这里创建了旋转视图。

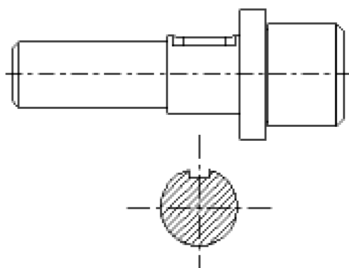


图 9-14　旋转视图

三、其他视图

根据零件表达细节的方式和范围的不同，视图还可以进行以下分类。

1. 全视图

全视图以整个零件为表达对象，视图范围包括整个零件的轮廓。例如，对于如图 9-15 所

示的模型，使用全视图表达的结果如图 9-16 所示。

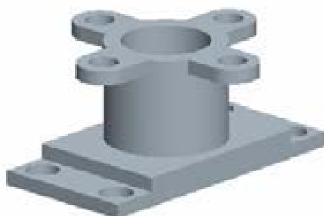


图 9-15　实体模型

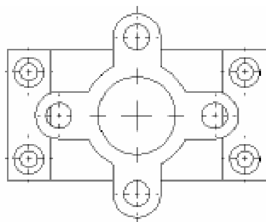


图 9-16　模型的全视图

2. 半视图

对于关于对称中心完全对称的模型，只需要使用半视图表达模型的一半即可，这样可以简化视图的结构。图 9-17 所示为使用半视图表达图 9-15 中模型的结果。

3. 局部视图

如果需要表达一个模型的局部结构，可以为该结构专门创建局部视图。图 9-18 所示为图 9-15 中模型上部凸台结构的局部视图。

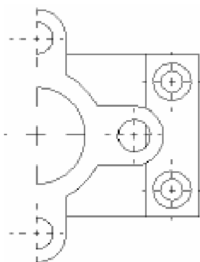


图 9-17　模型的半视图

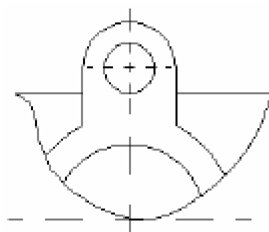


图 9-18　模型的局部视图

4. 破断视图

对于结构单一且尺寸冗长的零件，可以根据设计需要使用水平线或竖直线将零件剖断，然后舍弃零件上部分结构以简化视图，这种视图就是破断视图。如图 9-19 所示的长轴零件，其中部结构单一且很长，因此可以为轴的中部剖断创建如图 9-20 所示的破断视图。

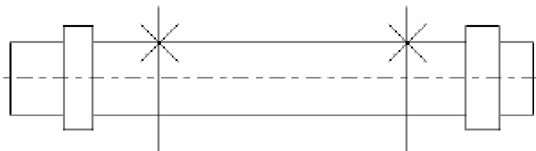


图 9-19　创建破断线

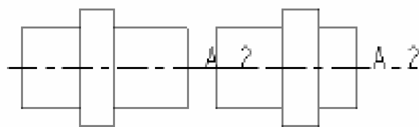


图 9-20　破断视图

5. 剖视图

此外，还有一种表达零件内部结构的视图——剖视图。在创建剖视图时，首先沿指定剖截面将模型剖开，然后创建剖开后模型的投影视图，在剖面上用阴影线显示实体材料部分。



剖视图又分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图等类型。

在实际设计中，常常将不同的视图类型进行结合来创建视图。图 9-21 所示为将全视图和全剖视图相结合的结果；图 9-22 所示为将全视图和半剖视图相结合的结果；图 9-23 所示为局部剖视图相结合的结果。

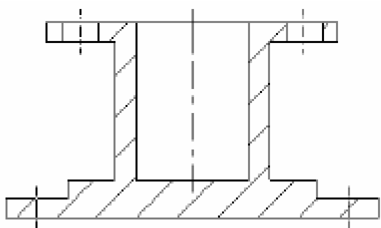


图 9-21　全剖视图

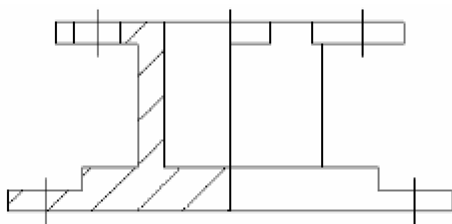


图 9-22　半剖视图



技巧点拨：

另外，要注意剖面图和剖视图的区别，剖面图仅表达使用剖截面剖切模型后剖面的形状，而不考虑投影关系，如图 9-24 所示。

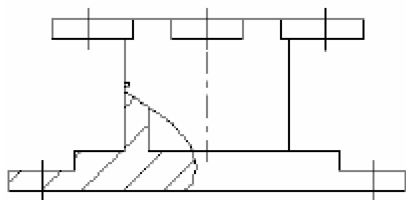


图 9-23　局部剖视图

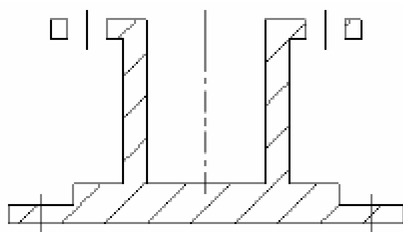


图 9-24　剖面图

四、工程图上的其他组成部分

一项完整的工程图除了包括一组拥有适当数量的视图外，还应该包括以下一些内容。

- 必要的尺寸：对于单个零件，必须标出主要的定形尺寸；对于装配组件，必须标出必要的定位尺寸和装配尺寸。
- 必要的文字标注：包括视图上剖面的标注、元件的标识和装配的技术要求等。
- 元件明细表：对于装配组件，还应该使用明细表列出组件上各元件的详细情况。

第 2 节　定义绘图视图

在学习具体的视图创建方法之前，首先介绍“绘图视图”对话框的用法。在 Creo 中，“绘图视图”对话框几乎集成了创建视图的所有命令。

一、“绘制视图”对话框

新建绘图文件后，在工具栏中单击“普通视图”按钮，弹出“选择组合状态”对话框。选择“无组合状态”（零件图）选项后，单击“确定”按钮，然后在绘图区中选取一点放置视图，弹出“绘图视图”对话框，如图 9-25 所示。



图 9-25　“绘图视图”对话框

在“绘图视图”对话框中有 8 种不同的设计类别，这些设计类别显示在对话框左侧的“类别”列表框中。选中一种类别后，在对话框右侧中可以设置相关参数。这 8 种设计类别各自的用途如下。

- 视图类型：定义所创建视图的视图名称、视图类型（一般、投影等）和视图方向等内容。
- 可见区域：定义视图在图纸上的显示区域及其大小，主要有“全视图”“半视图”“局部视图”和“破断视图”4 种显示方式。
- 比例：定义视图的比例和透视图。
- 截面：定义视图中的剖面情况。
- 视图状态：定义组件在视图中的显示状态。
- 视图显示：定义视图元素在视图中的显示情况。
- 原点：定义视图中心在图纸中的放置位置。
- 对齐：定义新建视图与已建视图在图纸中的对齐关系。



技巧点拨：

在具体创建一个视图时，并不需要一一确定以上 8 个方面的设计内容，通常只需根据实际需要确定需要的项目即可。完成某一设计类别对应的参数定义后，单击“应用”按钮可以使之生效，然后继续定义其他设计类别对应的参数。完成所需参数定义后，单击“确定”按钮关闭对话框。

二、定义视图状态

在“绘图视图”对话框中选择“视图状态”类别时，“绘图视图”对话框右边将显示“分解视图”选项组和“简化表示”选项组，如图 9-26 所示。



技巧支持：

当加载的模型为装配体时，“视图状态”类别右侧的“组合状态”下拉列表框中才会有“全部默认”选项，而其余的选项设置被激活。



图 9-26 “视图状态”类别

1. “分解视图”选项组

该选项组用于创建组件在工程图中的分解视图。图 9-27 所示就是某装配体模型在工程图中的分解视图。这里系统为用户提供了两种视图分解方式。

- 在“分解视图”选项组中选择“视图中的分解元件”复选框，然后在默认状态下创建分解视图。
- 在“分解视图”选项组中选择“视图中的分解元件”复选框，然后单击“自定义分解状态”按钮，弹出如图 9-28 所示的“分解位置”对话框，在其中创建分解视图即可。

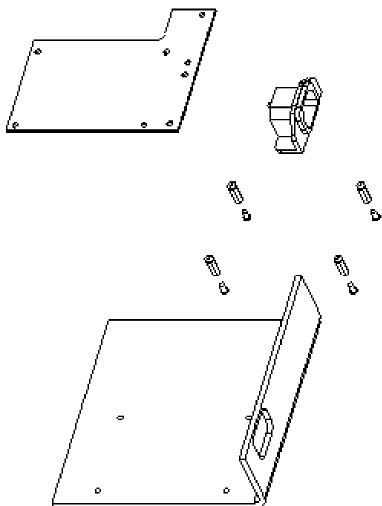


图 9-27 手机分解视图

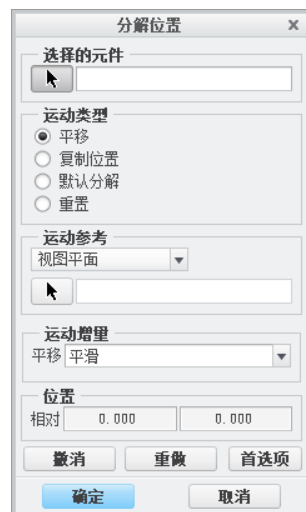


图 9-28 “分解位置”对话框

2. “简化表示”选项组

该选项组主要用来处理大型组件工程图。虽然现在硬件的速度发展很快，但如果一个大型组件具有上千个零件，即使计算机的性能再好，系统的效能也会大大下降。为了解决这一问题，在设计大型工程图时常常需要使用简化表示的方法来进行设计。在 Creo 中，常用的简化表示方法是几何表示，系统检索几何表示的时间比检索实际零件要少，因为系统只检索几何信息，不检索任何参数化信息。Creo 为用户提供了 3 种组件简化表示方法，分别是“几何表示”“主表示”和“默认表示”，在没有给组件模型创建简化表示方法时，系统默认使用“主表示”。

三、定义视图显示

读者可能已经发现前面创建的视图上的线条很多，因此显得很凌乱，这并不符合我国的工程图标准，此时可以定义视图中的显示方式。在“绘图视图”对话框中选择“视图显示”类别后，即可在如图 9-29 所示的对话框中设置视图显示方式。



图 9-29 “视图显示”类别

四、定义视图原点

放置视图后，如果觉得视图在图纸上的放置位置不合适，可以在“绘图视图”对话框中选择“原点”类别，然后通过调整视图原点来改变放置位置。Creo 为用户提供了 3 种定义视图原点的方式，如图 9-30 所示。

3 种定义视图原点的方法如下。

- 视图中心：将视图原点设置到视图中心，是系统的默认选项。
- 在项上：将视图原点设置到所选定的几何图元上，此时需要在视图中选取几何图元作为参照。
- 页面中的视图位置：输入视图原点相对页面原点的 X、Y 坐标来重新定位视图。

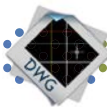




图 9-30 “原点”类别

五、定义视图对齐

使用视图对齐的方法可以确定一组视图之间的相对位置关系。例如，将详细视图与其父视图对齐后可以确保详细视图跟随父视图移动。用户可以在“绘图视图”对话框中选择“对齐”类别来定义视图间的对齐关系，此时需要定义视图的对齐方式和对齐参考，如图 9-31 所示。

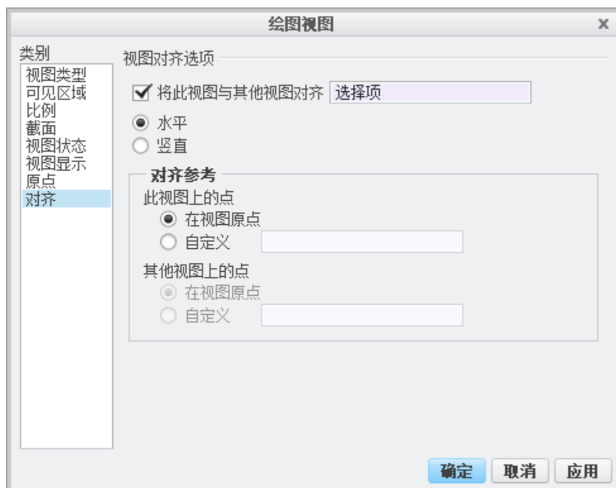


图 9-31 “对齐”类别

对齐视图时，首先选择“将此视图与其他视图对齐”复选框，然后再选取与之对齐的视图，该视图的名称将显示在复选框右侧的文本框中。

以下两个单选按钮用于设置对齐方式。

- 水平：对齐的视图将位于同一水平线上。如果与此视图对齐的视图被移动，则该视图将随之移动以便保持水平对齐关系。
- 垂直：对齐的视图将位于同一竖直线上。如果与此视图对齐的视图被移动，则该视图将随之移动以便保持竖直对齐关系。

在“对齐参考”选项组中设置合适的对齐参考，从而完成视图对齐操作。

将一个视图与另一个视图对齐后，该视图将始终保持与其父视图的对齐关系，就像投影视图一样跟随其父视图的移动，直到取消对齐关系为止。如果需要取消对齐，只需取消选择“视图对齐选项”选项组中的“将此视图与其他视图对齐”复选框即可。

第 3 节　工程图的标注与注释

工程图设计的一个重要环节是工程图标注与注释。对于一幅完整的工程图来说，尺寸的标注和添加必要的注释是必不可少的。具体内容包括：自动标注尺寸、手动标注尺寸、设置几何公差和粗糙度，以及文字注释等。



技巧点拨：

在工程图模式下，尺寸的标注可以根据 Creo 的全相关性自动显示出来，也可以手动创建尺寸。

一、自动标注尺寸

在功能区的“注释”选项卡的“注释”组中单击“显示模型注释”按钮，或者在绘图区右击，在弹出的快捷菜单中选择“显示模型注释”命令，弹出如图 9-32 所示的“显示模型注释”对话框。

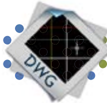


图 9-32　打开“显示模型注释”对话框

“显示模型注释”对话框中共有 6 个基本选项卡，其功能如表 9-1 所示。

表 9-1　“显示模型注释”对话框中各选项卡的功能

符　　号	含　　义
	显示/拭除模型尺寸
	显示/拭除模型几何公差
	显示/拭除模型注释
	显示/拭除模型表面粗糙度
	显示/拭除模型符号
	显示/拭除模型基准



技巧点拨：

在设置某些项目显示的过程中，可以根据实际情况设置其显示类型。例如，在设置显示尺寸项目的过程中，可以在“类型”下拉列表框中选择“全部”“驱动尺寸注释元素”“所有驱动尺寸”“强驱动尺寸”或“从动尺寸”。

在选项卡中设置好模型注释的显示项目及其具体类型后，选取主视图，单击按钮，列表中的选项都被选中，如图 9-33 所示。

可以取消选择不需要显示的尺寸。单击“应用”按钮，完成尺寸的标注，如图 9-34 所示。

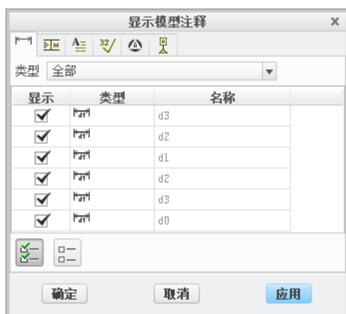


图 9-33　选中所有选项

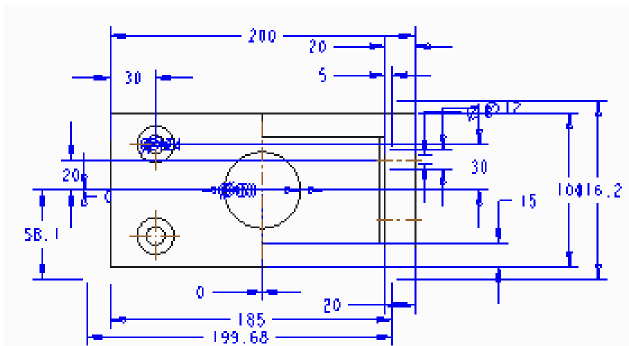


图 9-34　去掉尺寸

由于显示了整个视图的所有尺寸，画面显得比较零乱，因此不建议这样标注。可以标注某一特征的尺寸，如图 9-35 所示。

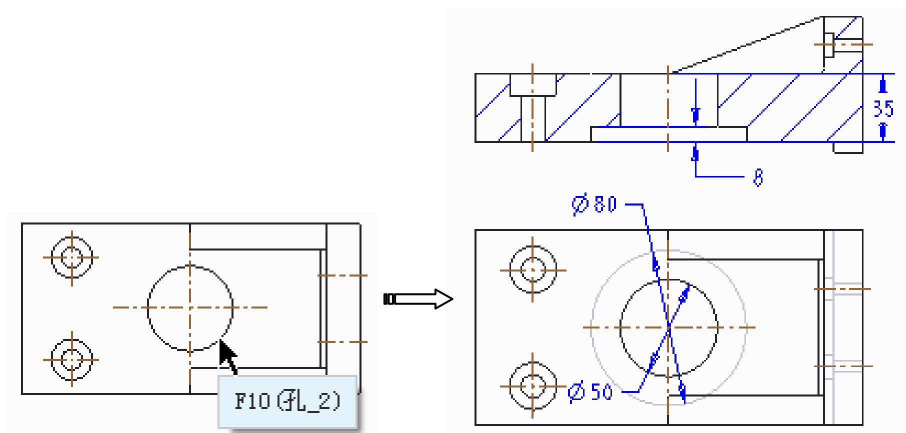


图 9-35　标注特征的尺寸

二、手动标注尺寸

为了符合机械图样中关于合理标注尺寸的有关规则，需要手动自定义标注尺寸。在“注释”选项卡的“注释”组中有几种尺寸标注工具，如表 9-2 所示。

表 9-2　创建尺寸工具类型

类　型	符　号	功能含义
尺寸	⟼	根据一个或两个选定新参考来创建尺寸
纵坐标尺寸		创建纵坐标尺寸
自动标注纵坐标		在零件和钣金零件中自动创建纵坐标尺寸
参考尺寸		创建参考尺寸

1. 尺寸

使用此命令可以标注水平尺寸、竖直尺寸、对齐尺寸及角度尺寸等。单击“尺寸”按钮，弹出如图 9-36 所示的“选择参考”对话框。此时光标由箭头变为笔形。

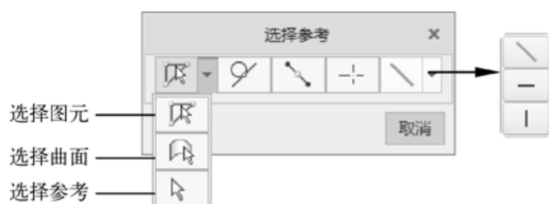


图 9-36　“选择参考”对话框

- 选择图元：在工程图上选取一个或两个图元来标注。选取需要标注的边，单击鼠标中键确定。图 9-37 所示为选取一个图元进行长度标注的结果。图 9-38 所示为按住【Ctrl】键选取两个图元进行距离标注的结果。

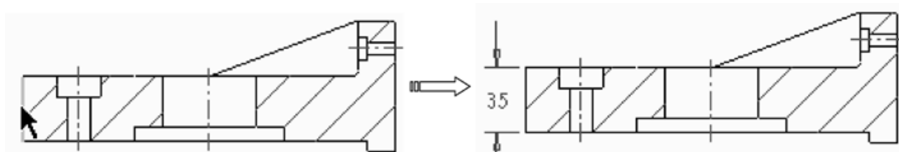


图 9-37　标注长度

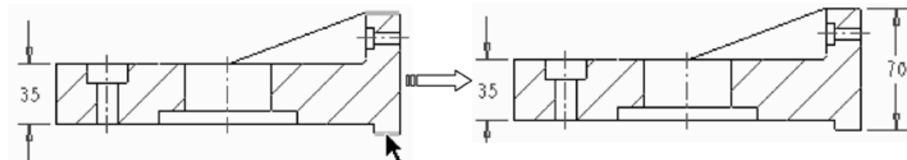


图 9-38　标注距离

- 选择曲面：通过选取曲面进行标注。选取同心轴上的第一个曲面，再选取第二个曲面，然后单击鼠标中键确定，创建如图 9-39 所示的尺寸标注。

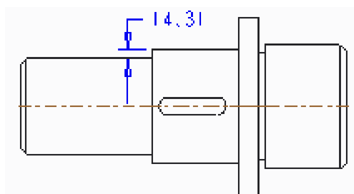


图 9-39　尺寸标注

- 选择参考：这种标注实际上包括了“选择图元”和“选择曲面”两种。
- 选择边或图元中点：通过捕捉对象的中点来标注尺寸。选取第一条线段，再选取第二条线段，单击鼠标中键放置尺寸，如图 9-40 所示。
- 选择圆或圆弧的切线：通过步骤圆或圆弧的中心来标注尺寸。选取第一个圆，选取第二个圆，然后单击鼠标中键确定。在打开的菜单管理器中选择“竖直”选项，创建如图 9-41 所示的尺寸标注。

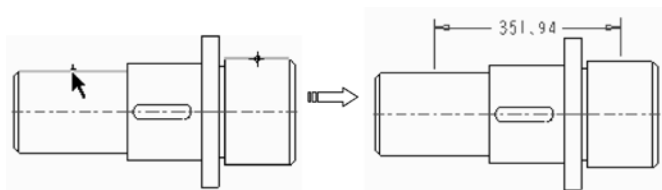


图 9-40　边或图元中点标注

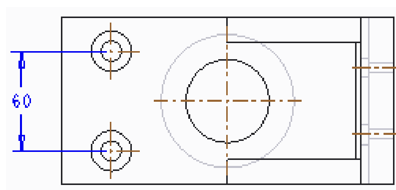


图 9-41　圆及圆弧中心尺寸标注

- 选择由两个对象定义的相交：通过捕捉两个图元的交点来标注尺寸，交点可以是虚的。按住【Ctrl】键选取 4 条边线，单击鼠标中键确定。在打开的菜单管理器中选择“倾斜”方式，系统将在交叉点位置标注尺寸，如图 9-42 所示。
- 做线：有以下 3 种方式标注尺寸，如图 9-43 所示。通过指定点绘制水平虚线来创建的尺寸标注如图 9-44 所示。通过指定点绘制竖直虚线来创建的尺寸标注如图 9-45 所示。

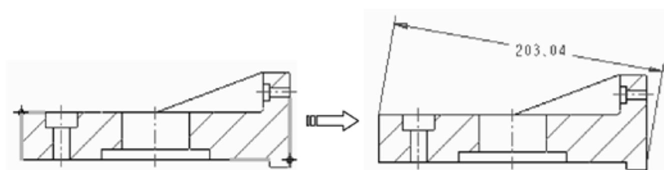


图 9-42　在交叉点标注尺寸

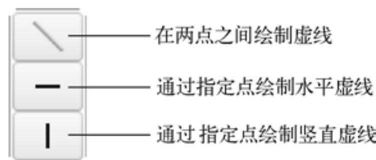


图 9-43　做线

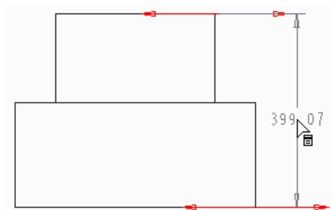


图 9-44　通过指定点绘制水平虚线

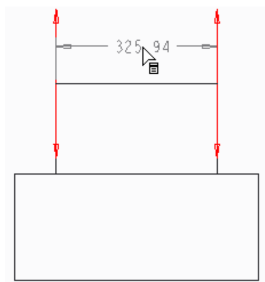


图 9-45　通过指定点绘制竖直虚线

2. 纵坐标尺寸

Creo 中的纵坐标尺寸可使用不带引线的单一的尺寸界线，并与基线参照相关。所有参照相同基线的尺寸，必须共享一个公共平面或边，操作步骤如下。

01 在“注释”组中单击“纵坐标尺寸”按钮，弹出如图 9-46 所示的“选择参考”对话框，并选择“选择图元”标注命令。

02 图形区底部的状态栏提示："在几何上选择以创建基线，或选择纵坐标尺寸，以使用现有的基线"，然后选取如图 9-47 所示的轮廓线作为基线参照。



图 9-46 "选择参考"对话框

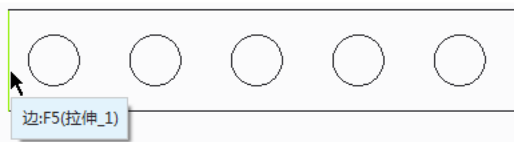


图 9-47 选取轮廓线

03 按住【Ctrl】键选择第 1 个圆，如图 9-48 所示。

04 选择标准图元后，显示纵坐标尺寸预览，如图 9-49 所示。

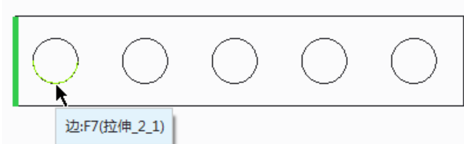


图 9-48 选择标注的图元

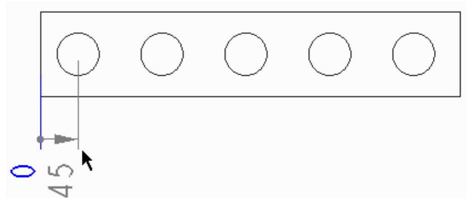


图 9-49 纵坐标尺寸预览

05 在合适的位置单击鼠标中键来放置纵坐标尺寸，如图 9-50 所示。

06 按住【Ctrl】键继续选择第二个圆作为要标注的图元。然后在合适的位置单击鼠标中键来放置纵坐标尺寸，如图 9-51 所示。

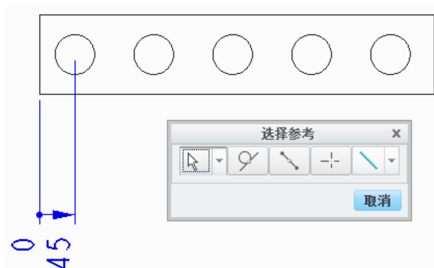


图 9-50 放置纵坐标尺寸

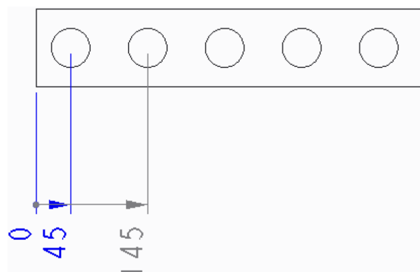


图 9-51 继续选择图元，自动标注纵坐标尺寸

07 用同样的方法，创建其他纵坐标尺寸，如图 9-52 所示。

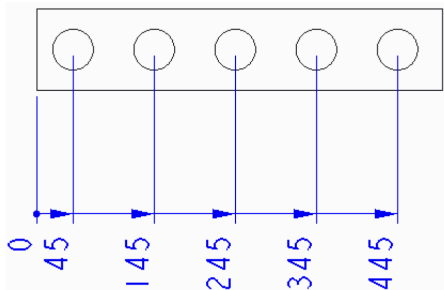


图 9-52 创建其他纵坐标尺寸



3. 参考尺寸

参考尺寸的创建方式与前面所述的几种方式类似，唯一不同的是，创建参考尺寸后，会在尺寸后面加上“参考”两个字，如图 9-53 所示。

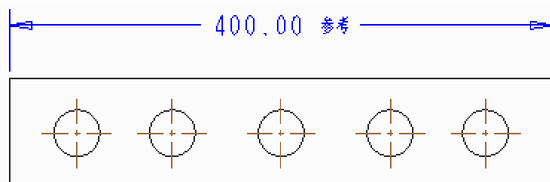


图 9-53　参考尺寸



技巧点拨：

通过更改系统配置文件中的选项“parenthesize_ref_dim”的值，可以设置参考尺寸是以文字表示还是括号表示，注意只对设置以后生成的参考尺寸有效。

4. 其他尺寸标注工具

在“注释”下拉列表框中还有几种尺寸创建工具，如图 9-54 所示。这些标注尺寸工具的功能含义如表 9-3 所示。



图 9-54　“注释”下拉列表框

表 9-3　其他尺寸标注工具的含义

尺寸标注工具	功能含义
纵坐标参考尺寸	创建纵坐标参考尺寸
坐标尺寸	创建坐标尺寸
Z–半径尺寸	创建透视缩短半径尺寸
球标注解	创建球标注解
实际尺寸注解	创建一个可以调用出模型尺寸的 ISO 引线注解

三、尺寸的整理与操作

为了使工程图尺寸的放置符合工业标准，图幅页面整洁，并便于工程人员读取模型信息，通常需要整理绘图尺寸，因此，进行一些尺寸的操作是必不可少的。下面介绍移动尺寸、将尺寸移动到其他视图和清理尺寸等关于尺寸的操作。

1. 移动尺寸

移动尺寸到新的位置，操作步骤如下。

01 首先选取需要移动的尺寸，此时尺寸颜色会改变，而且周围会出现许多方块，如图 9-55 所示。

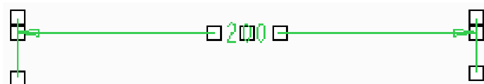


图 9-55　移动尺寸

02 当鼠标靠近尺寸时，就可以看到不同的指针图案，而这些指针图案代表可以移动的方向，此时按住鼠标左键并拖动，就可以移动尺寸或尺寸线。

03 可以按住【Ctrl】键选取多个尺寸，或直接用矩形框选取多个尺寸，再同时移动多个尺寸。

- ↕：尺寸文本、尺寸线与尺寸界线在竖直方向上移动，如图 9-56 所示。
- ↔：尺寸文本、尺寸线与尺寸界线在水平方向上移动。
- ✥：尺寸文本、尺寸线与尺寸界线可以自由移动。

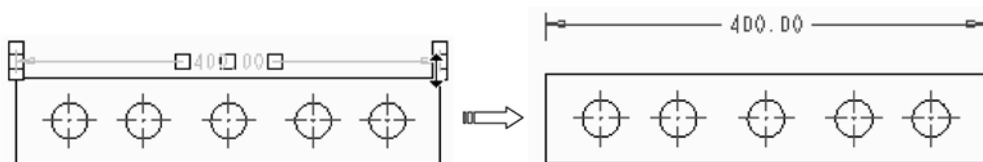


图 9-56　同时移动多个尺寸

2. 对齐尺寸

可以使多个尺寸同时对齐，并且使多个尺寸之间的间距保持不变，操作步骤如下。

01 按住【Ctrl】键选择要对齐的尺寸。

02 右击，在弹出的快捷菜单中选择“对齐尺寸”命令，则尺寸与第一个选定的尺寸对齐，效果如图 9-57 所示。

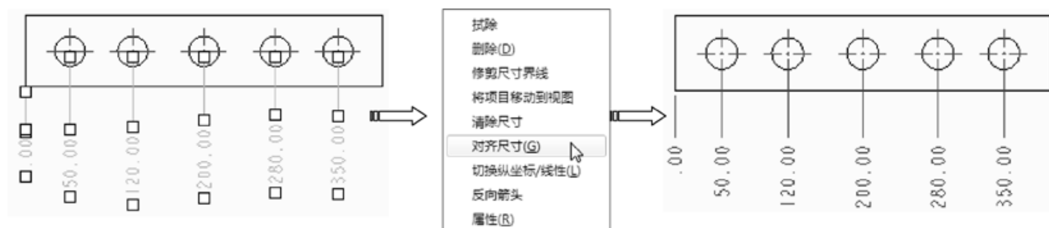


图 9-57　对齐尺寸

03 或者在“注释”组中单击“对齐尺寸”按钮。

3. 将尺寸移动到视图

可以将尺寸移动到另一个视图。首先选取要转换的尺寸，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择“将项目移动到视图”命令，接着选择要放置的视图，尺寸便会转换到新的视图上，如图 9-58 所示。



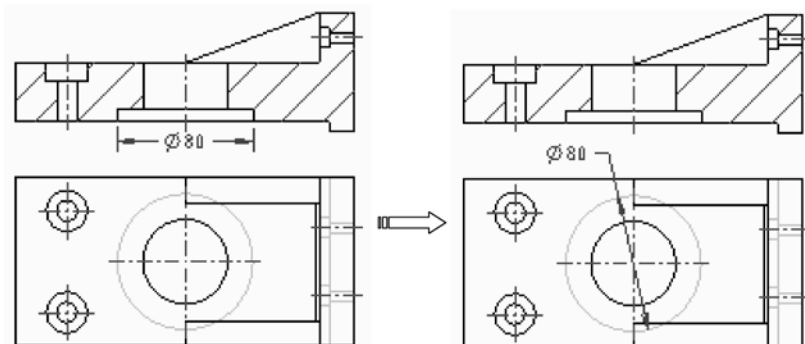


图 9-58　将项目移动到新视图

4. 清理尺寸

首先选中要清理的尺寸，然后选取“注释”选项卡的“编辑”组中的“清理尺寸”按钮，打开“清理尺寸”对话框，如图 9-59 所示。在对话框中设置好参数后，单击“确定”按钮完成清理，清理后的尺寸结果如图 9-60 所示。



图 9-59 “清除尺寸”对话框

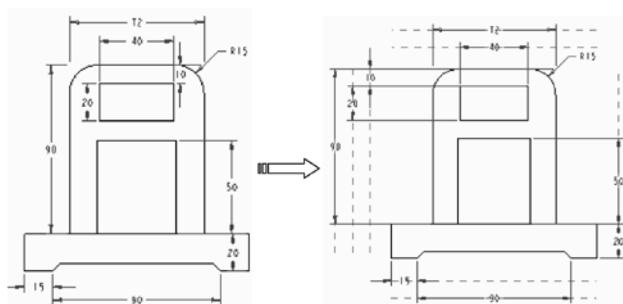


图 9-60　清理尺寸结果图

5. 角拐

“角拐”用来折弯尺寸界线。在“注释”组中单击“角拐”按钮，系统提示选取尺寸（或注释），在尺寸界线上选取断点位置，移动鼠标来重新放置尺寸，创建的角拐尺寸如图 9-61 所示。

6. 断点

“断点”用来在尺寸界线与图元相交处切断尺寸界线。在“注释”组中单击“断点”按钮，系统提示在尺寸边界线上选取两断点，断点之间的线段被删除，创建的断点尺寸如图 9-62 所示。

7. 拭除和删除尺寸

尺寸可以拭除或删除。拭除尺寸只暂时将尺寸从视图中移除，可以恢复。删除尺寸会将其从视图中永久移除。

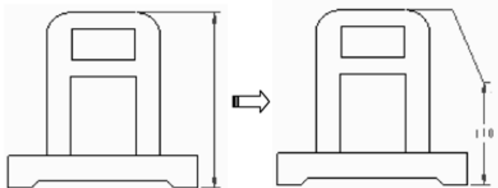


图 9-61　角拐

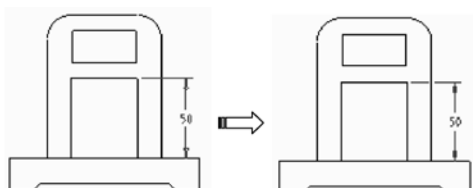


图 9-62　断点

操作步骤如下。

01 选取要从视图中拭除和删除的尺寸。

02 右击，在弹出的快捷菜单中选择“拭除”或“删除”命令，尺寸即被拭除或删除。

四、尺寸公差标注

尺寸公差是工程图设计的一项基本要求，对于模型的某些重要配合尺寸，需要考虑合适的尺寸公差。默认情况下，Creo 软件不显示尺寸的公差，可以先将其显示出来，然后标注公差。操作步骤如下。

01 选择“文件”→“准备”→“绘图属性”命令，弹出“绘图属性”对话框。

02 选择“绘图属性”对话框的“详细信息选项”选项组中单击“更改”按钮，弹出“选项”对话框。

03 在“选项”文本框中输入 tol_display，在“值”下拉列表框中选择 yes 选项，如图 9-63 所示，然后单击“添加/更改”按钮。

04 在绘图树中选取“注释”节点下要标注公差的尺寸，或者在图纸上双击要标注公差的尺寸，打开“尺寸”选项卡。

05 在“精度”组中，选择小数位数为“0.0123”；在“公差”组的“公差”下拉列表框中选择一种模式（如“正负”模式），并相应地设置上公差为“+0.036”，下公差为“−0.010”。具体参数设置如图 9-64 所示。



图 9-63　修改 tol_display 选项值



图 9-64　设置尺寸属性



06 单击“确定”按钮完成设置，完成的公差标注如图 9-65 所示。

技巧点拨：

在“公差模式”下拉列表框中可供选择的选项有“公称”“基本”“极限”“正负”和“对称”，如图 9-66 所示。其中，选择“公称”选项时，只显示尺寸公称值。

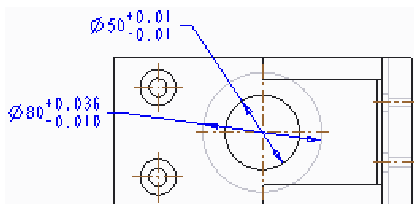


图 9-65　公差标注



图 9-66　公差模式

五、几何公差标注

在功能区“注释”选项卡中单击“几何公差”按钮，打开如图 9-67 所示的“几何公差”选项卡。在“符号”组中设置几何公差标注的几何特性；在“公差和标准”组中设置公差标注的基准；在“公差和基准”组中设置公差数值；在“符号”组中设置公差的符号。

图 9-68 所示为标注的尺寸公差。



图 9-67　“几何公差”对话框

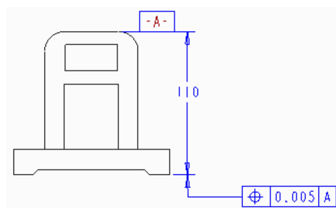


图 9-68　平行度公差



技巧支持：

有些公差还需要指定额外的符号，如同轴度需要指定直径符号。在“几何公差”选项卡的“符号”组中选取“符号”选项，可以添加各种符号。此外，单击“附加文本”按钮还可以创建公差外的附加文本。

第 4 节　建立工程图图纸案例解析

案例 1　阶梯轴零件工程图

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch09\阶梯轴工程图.drw

演示视频路径：\视频\Ch09\绘制阶梯轴工程图.avi

建模方法解析

本章前面介绍了工程视图的建立、工程图的标注、操纵和显示的基本思路和方法。本节将以典型的工程图建立和标注为例来进行讲解，让读者更深入地掌握工程图相关内容建立的过程和要点。阶梯轴的工程图包括一组视图、尺寸和尺寸公差、形位公差、表面粗糙度，以及一些必要的技术说明等。本例练习阶梯轴的工程图绘制方法，阶梯轴工程图如图 9-69 所示。

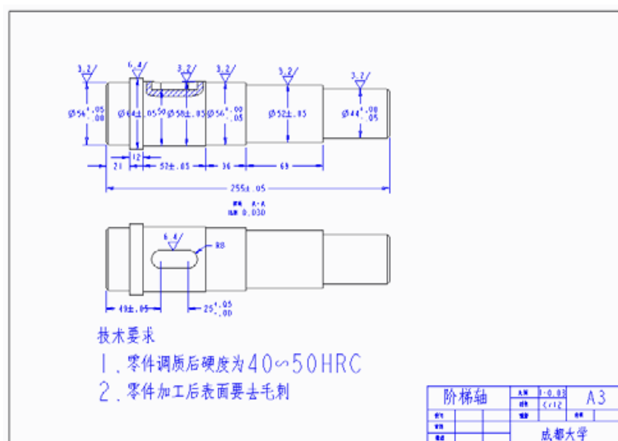


图 9-69　阶梯轴工程图

命令关键词： 普通视图、投影视图、“尺寸”、表面粗糙度、注解、“表”

零件工程图的制作思路如下。

- 创建图纸。
- 建立基本视图。
- 图纸标注。

设计步骤：

01 启动 Creo 4.0，创建一个名为“阶梯轴”的工程图文件，其创建过程如图 9-70 所示。



图 9-70　创建工程图文件的过程

02 在“布局”选项卡的“模型视图”组中单击“普通视图”按钮，弹出“选择组合状态”对话框，如图 9-71 所示，保持默认设置并单击“应用”按钮。

03 在图框内空白处单击以放置主视图，将弹出如图 9-72 所示的“绘图视图”对话框。

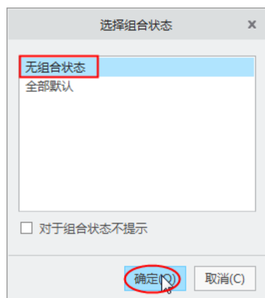


图 9-71 “选择组合状态”对话框

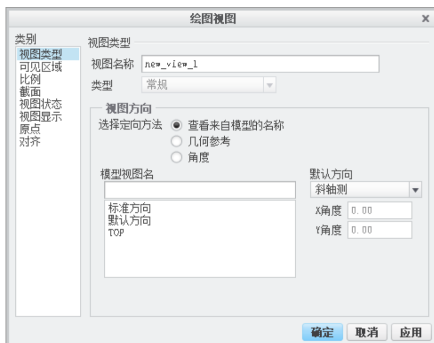


图 9-72 “绘图视图”对话框

04 在“绘图视图”对话框中设置视图类型和视图比例，如图 9-73 所示。



图 9-73 设置视图类型和视图比例

05 将视图移动到左上角，选中视图并右击，在弹出的快捷菜单中取消选择“锁定视图移动”复选框，将视图进行移动，过程如图 9-74 所示。

06 在“布局”选项卡的“模型视图”组中单击“投影视图”按钮，在图框内插入投影视图，如图 9-75 所示。

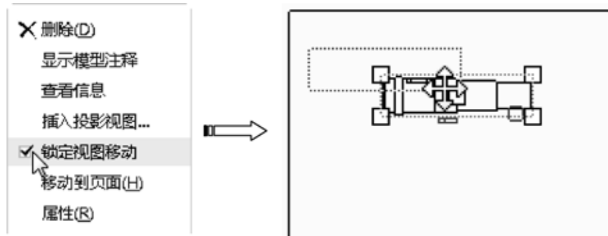


图 9-74 移动视图的过程

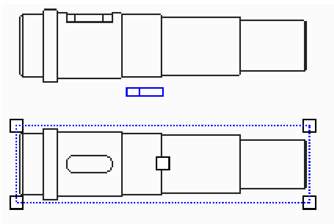


图 9-75 创建俯视图

07 创建主视图的局部剖视图，选中主视图并右击，在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，弹出“绘图视图”对话框，在其中设置选项及参数，如图 9-76 所示。

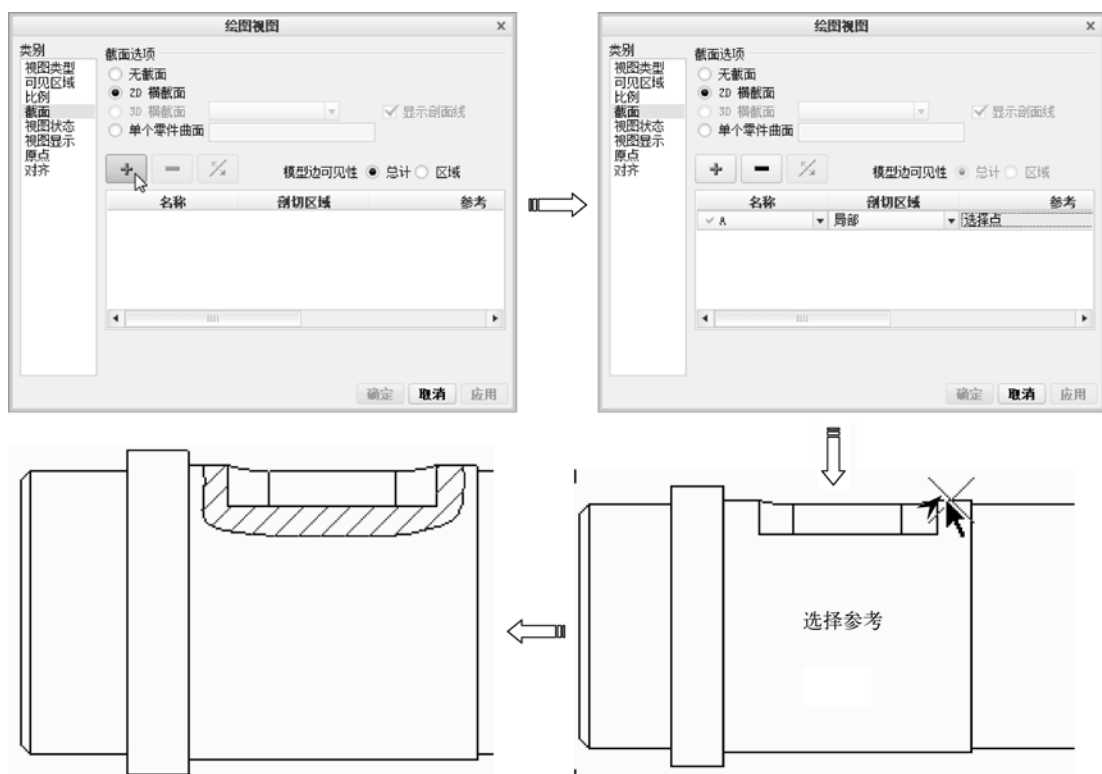


图 9-76　创建主视图的局部剖视图

08 在“注释”选项卡的“注释”组中单击“尺寸”按钮，弹出“选择参考”对话框，单击“选择图元”按钮，如图 9-77 所示，在视图上标注尺寸，其结果如图 9-78 所示。

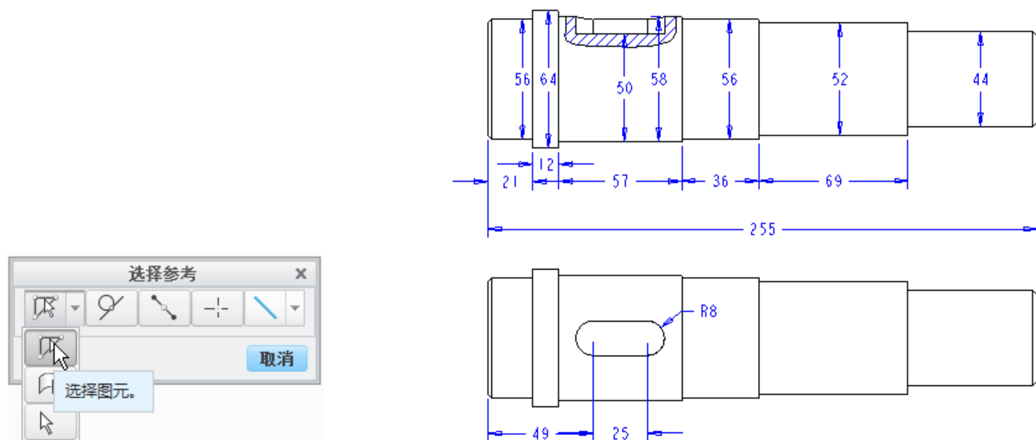


图 9-77 “选择参考”对话框

图 9-78　标注尺寸

09 修改尺寸文本。选中要修改的尺寸，系统弹出“尺寸”选项卡，在“尺寸文本”组中单击“尺寸文本”按钮⌀10.0⊙，添加前缀⌀，如图 9-79 所示。

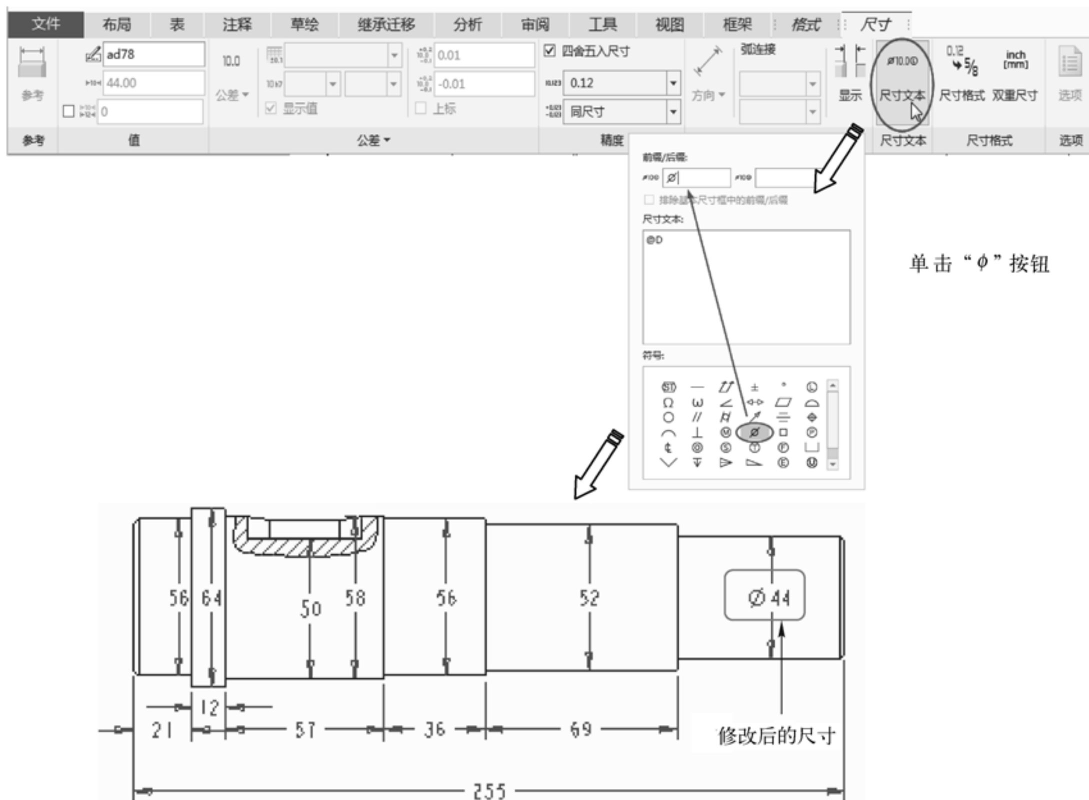


图 9-79　修改尺寸

10 用同样的方法，修改其他需要修改的尺寸，完成后的效果如图 9-80 所示。

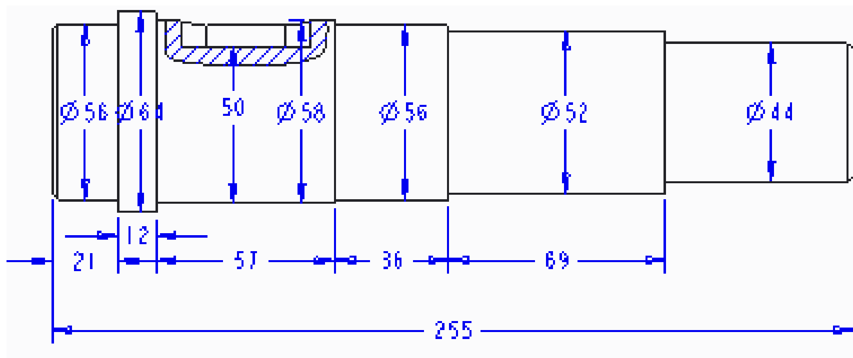


图 9-80　修改尺寸后的效果图

11 添加尺寸公差标注。选中要添加公差的尺寸，在弹出的“尺寸”选项卡的“公差”组中选择公差模式为“正负”，然后再设置正负公差值，如图 9-81 所示。

12 用同样的方法，为其他需要添加公差的尺寸添加公差，完成后的效果如图 9-82 所示。



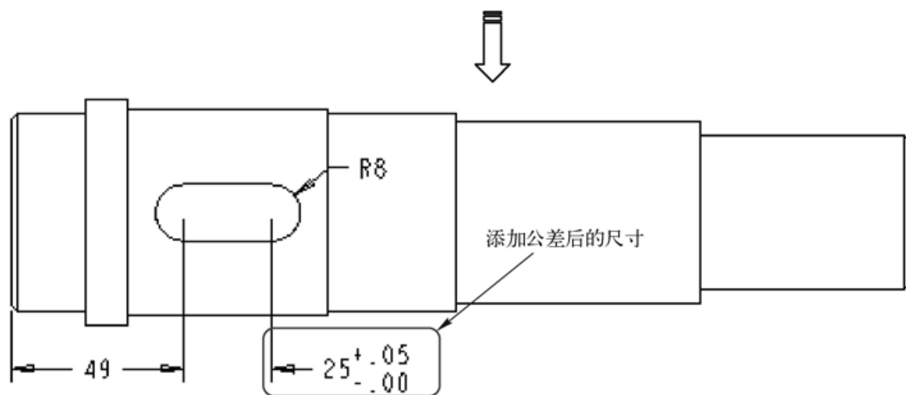


图 9-81　标注尺寸公差

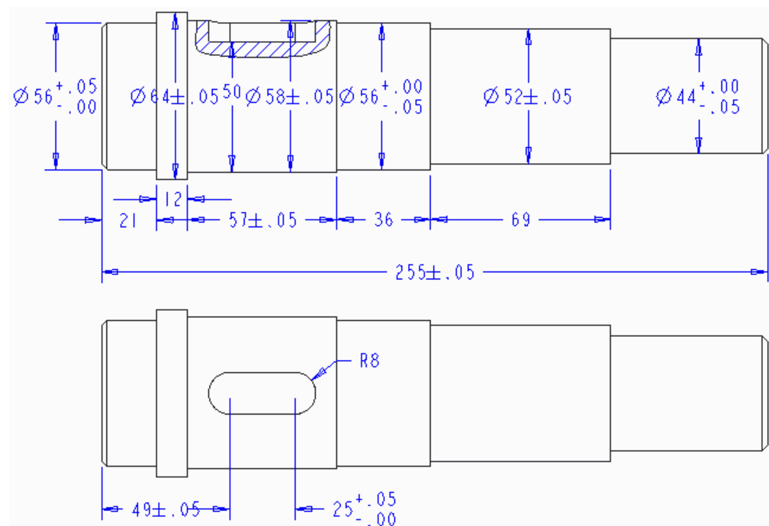


图 9-82　添加尺寸公差

13 标注表面粗糙度，在“注释”组中单击“表面粗糙度”按钮![表面粗糙度]，进行粗糙度标注，在随后弹出的“表面粗糙度符号”对话框中选择符号名为 GB—roughness 的粗糙度符号文件，如图 9-83 所示。

14 在“可变文本”选项卡中输入“3.2”或“6.4”，完成粗糙度符号的标注，效果如图 9-84 所示。



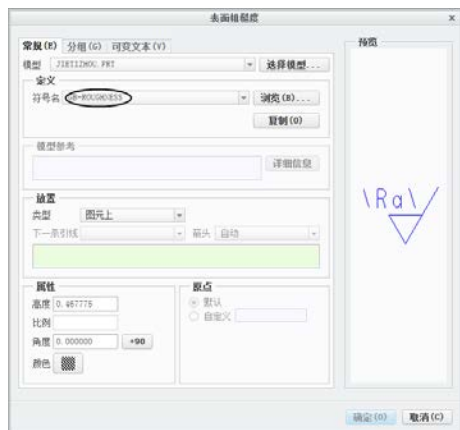


图 9-83　选择 GB—roughness 符号文件

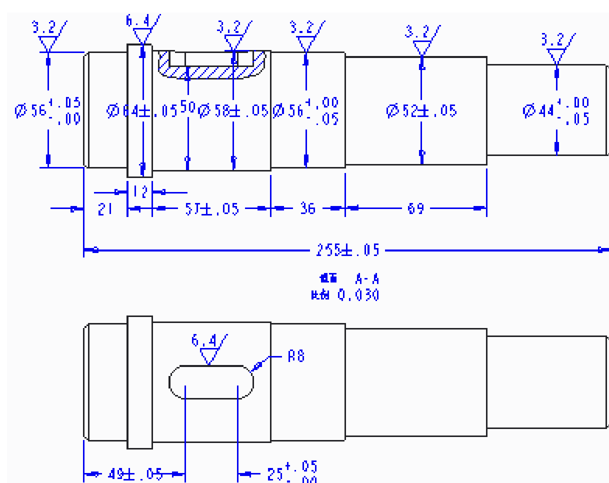


图 9-84　标注表面粗糙度

15 文字标注。在“注释”组中单击“注解”按钮，弹出“选择点”对话框，在图纸框内拾取一点放置文本，并在文本框内输入注释内容，完成后的效果如图 9-85 所示。

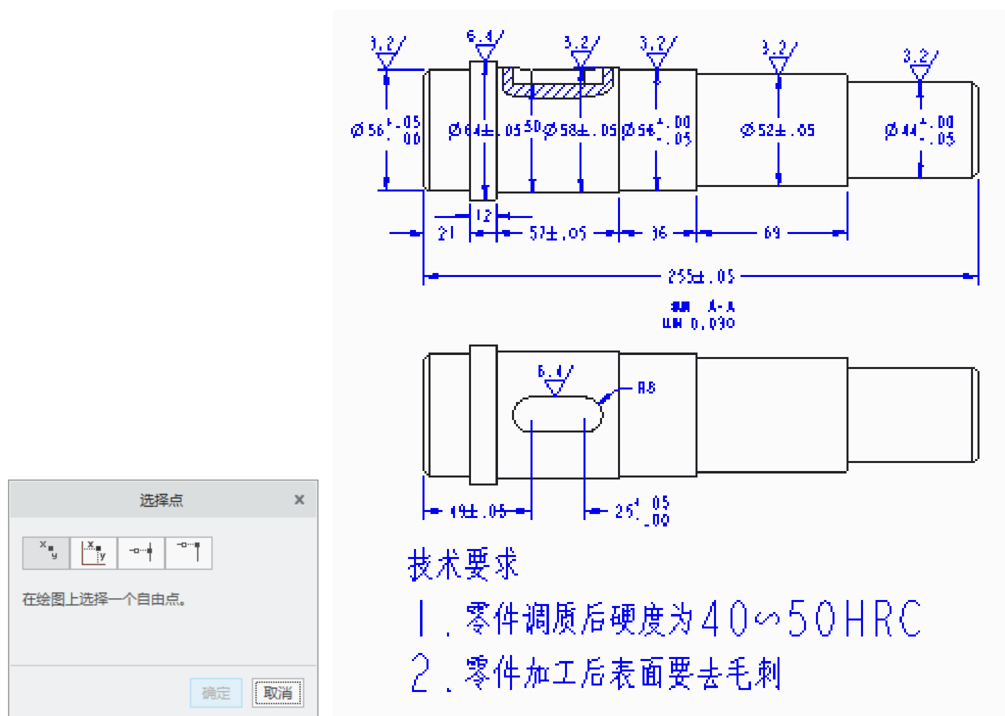


图 9-85　文字标注

16 绘制标题栏，在“表”选项卡中单击“表”按钮，弹出“插入表”快捷菜单，选中 7 列 5 行表格，如图 9-86 所示，插入的表格效果如图 9-87 所示。

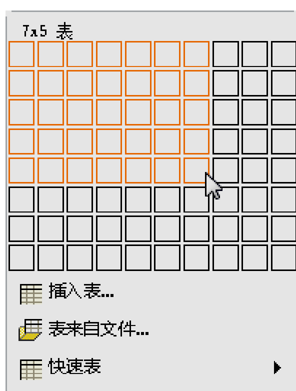


图 9-86　确定插入表格的列数和行数

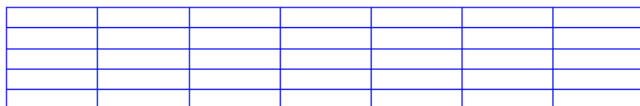


图 9-87　插入的表格

17 选中所有插入的表格并右击，在弹出的快捷菜单中选择“高度和宽度”命令，弹出“高度和宽度”对话框，在其中进行设置，如图 9-88 所示。

18 将设置好的表格移到图框的右下角，如图 9-89 所示。

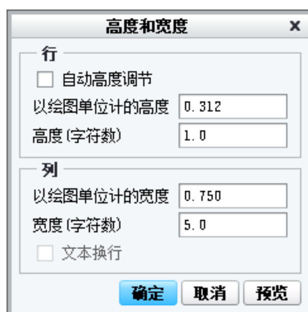


图 9-88　设置“高度和宽度”对话框

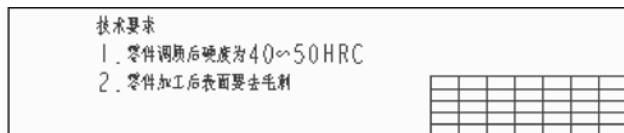


图 9-89　移动表格后的结果图

19 对表格进行合并设置。选中需要合并的表格，在“表”选项卡的“行和列”组中单击“合并单元格”按钮，对表格进行合并处理，合并后的效果如图 9-90 所示。

20 在表格中进行文字标识，效果如图 9-91 所示。

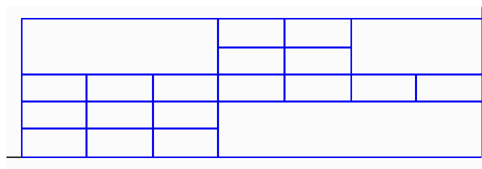


图 9-90　合并表格



图 9-91　对表格进行文字标注

21 至此，整个阶梯轴工程图的设计已经完成，单击“保存”按钮，将其保存到工作目录下即可。

第 5 节　论坛网友精华帖疑难问题与解析

读者在制作工程图时，基本的图纸都能够轻松完成，但由于 Creo 图纸模板是公制模板，在图纸注释时难免与 GB 有些出入。本节将列出几个配置问题进行解决。

精华帖 1：出工程图时，如何将 Creo 单位改为默认公制，不用每次都手动将英制改为公制？



问题描述

其实这是关于 Config.pro 配置文件的设置问题。Creo 4.0 中的图纸模板均为公制模板，虽然 GB 图纸模板来自于公制模板，但还是有些细微差别的。比如，在默认情况下，Creo4.0 中只能创建按第 3 角投影设计的由其自带模板自动生成的工程图，这并不符合我国的国标。因此，对 Creo 4.0 软件的系统参数和自带的工程图模板进行修改，即可解决模板不符合国标的问题，同时也提高了设计效率。

在工程图中，通常有两个非常重要的配置文件，其配置合理与否直接关系到最后创建的工程图的效果。通常，在使用工程图模块进行设计之前，都要对这两个配置文件的相关参数进行设置，以便使用户创建出更符合行业标准的工程图。以下就是前面介绍的这两个文件。

- 配置文件 Config.pro：用来配置整个 Creo 的工作环境。
- 工程图配置文件：该文件以扩展名“.dtl”进行存储。

用户可以根据自己的需要来配置这两个文件。工程图配置文件主要用来设置工程图模块下的具体选项，如剖面线样式、箭头样式及其文件高度等。

Config.pro 文件用于配置整个设计环境，当然工程图模块也不例外。首先要打开配置对话框，方法是打开“Creo Parametric 选项”对话框。

配置好 Config.pro 文件后，以扩展名“pro”保存在 Creo 软件的启动位置，以后打开 Creo 软件时，系统会自动加载相关配置，无须重复配置。当然，Config.pro 文件对工程图模块的配置有限，要做一张符合国家标准的工程图，设计者应该花费大量的时间进行工程图配置文件的配置。下面将详细讲述工程图配置文件的配置方法。

操作演示

1. 设置Config.pro 配置文件

01 在基本环境下（非工程图环境），打开“Creo Parametric 选项”对话框。

02 在左侧选择“配置编辑器”选项，这里需要设置的有“特征”“系统单位”和“公差显示模式”3 个选项。

03 使用系统默认的设置，不是所有特征（如轴、法兰等）都能显示在菜单栏的“插入”菜单中。因此需要设置 allow_anatomic_features 的选项值为 yes，如图 9-92 所示。设置好以后，重新启动系统将会自动加载这些命令。

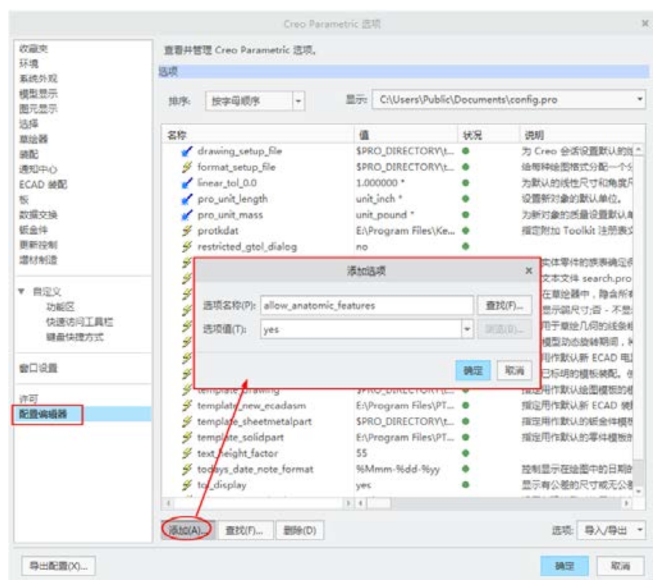


图 9-92　设置 allow_anatomic_features 的选项

04 Creo 系统默认的单位是英制单位 inlbs，国标采用的是公制单位 mmns。因此需要再将 template_designasm、template_mfgmold 和 template_solidpart 选项的值均设为 mmns。

05 将 tol_mode（尺寸公差显示模式）的值设为 nominal，或者在工程图环境中设置 tol_display 的值为 yes。设置好以后将使所有尺寸处于可编辑状态，即可以任意编辑基本尺寸的属性为公差尺寸。

技巧点拨：

当 Creo 默认的尺寸公差显示模式（tol_mode）为极限公差 limits 时，即在工程图环境中设置配置文件中的公差显示模式（tol_display）为 yes 后，所有尺寸均会加上极限公差，需要将没有公差的尺寸再编辑为基本尺寸，由此带来了工作上的不便。所以这里采用了步骤 5 的做法。同时还需注意的是，此项配置必须在模型建立之前设置才能生效。

06 设置完成后，单击“Creo Parametric 选项”对话框左下角的“导出配置”按钮，将配置保存在 Config.pro 文件中。

温馨提示：

关于**Config.pro**和**config.win**文件

Config.pro 文件中的选项用来设置 Pro/E 的外观和运行方式。Pro/E 包含两个重要的配置文件：config.pro 和 config.win。config.pro 是文本文件，存储定义 Pro/E 处理操作的方式的所有设置。config.win 文件是数据库文件，存储窗口配置设置，如工具栏可见性设置和“模型树”位置设置。

配置文件中的每个设置称为配置选项。可设置的选项包括以下几个。

- 公差显示格式。
- 计算精度。
- 草图器尺寸中使用的数字的位数。
- 工具栏内容。
- 工具栏上的按钮相对顺序。
- “模型树”的位置和大小。

技巧点拨：

Config.sup 是受保护的系统配置文件。公司的系统管理员使用此文件设置在公司范围内使用的配置选项。在此文件中设置的任何值都不能被其他（更多本地）config.pro 文件覆盖。

2. 工程图配置文件的参数设置

01 以“空”的模板类型进入制图环境。在菜单栏中选择“文件”→“绘图选项”命令，弹出“选项”对话框。

02 然后按照表 9-4 中列出的选项完成设置。

表 9-4　设置国标工程图模板的选项配置表

参数类别	系 统 变 量	设 定 值	说 明
文本默认粗细、高度和比例	drawing_text_height	3.5	设置文本高度
	text_thickness	0.25	设置文本粗细
	text_width_factor	0.8	设置文本比例
视图与注释	broken_view_offset	5	设置断开视图两部分之间的偏移距离
	def_view_text_height	5	视图注释与尺寸箭头中的文本高度
	def_view_text_thickness	0.25	视图注释与尺寸箭头中的文本粗细
	projection_type	first_angle	设置投影角
	show_total_unfold_seam	no	不显示切割平面的边
	tan_edge_display_for_new_views	no_disp_tan	不显示相切边
	view_scale_denominator	3600	设置视图比例分母
	view_scale_format	ratio_colon	用比值方式显示比例
横截面和箭头	detail_view_boundary_type	circle	确定父视图上的默认边界类型
	detail_view_scale_factor	4	详细视图及父视图的比例
	crossec_arrow_length	5	剖视图剖面箭头的长度
	crossec_arrow_width	1	剖视图剖面箭头的宽度

（续）

参数类别	系 统 变 量	设　定　值	说　　明
尺寸显示	allow_3d_dimensions	yes	显示 3D 尺寸
	angdim_text_orientation	parallel_fully_outside	角度尺寸的放置方式
	chamfer_45deg_leader_style	std_iso	控制倒角导引线
	clip_dim_arrow_style	double_arrow	修剪尺寸的箭头样式
	dim_leader_length	5	箭头在尺寸线外的长度
	dim_text_gap	1	文本和引导线的距离
	text_orientation	parallel_diam_horiz	尺寸的文本方向
	witness_line_delta	2	尺寸界线的延伸量
	witness_line_offset	1	尺寸线与文本的间距
标注引线	draw_arrow_length	3.5	引导线箭头长度
	draw_arrow_style	filled	箭头样式
	draw_arrow_width	0.75	箭头宽度
	draw_dot_diameter	1	引导线点的直径
	leader_elbow_length	6	导引折线的长度
	leader_extension_font	dashfont	引线线性
中心线	axis_line_offset	5	中心线超过模型的距离
	circle_axis_offset	3	圆心轴线超过模型的距离
	radial_pattern_axis_circle	yes	显示圆形共享轴线
公差显示	tol_display	yes	显示公差
	tol_text_height_factor	0.6	公差与文本的高度比例
	tol_text_width_factor	0.5	公差与文本的宽度比例
制图单位和字体	drawing_units	mm	设置公制单位
	default_font	simfang	设置仿宋字体

03 设置后，还需要在 Config.pro 配置文件中加入下列语句，那么每次启动 Creo 后都会自动加载工程图的国标配置，如图 9-93 所示。

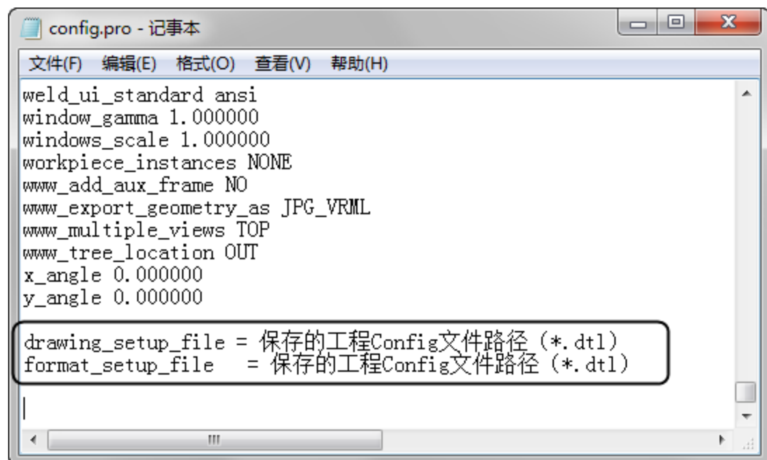


图 9-93　在 Config.pro 配置文件中添加语句

精华帖 2：如何建立 Creo 的 GB 工程图模板？



问题描述

Creo 4.0 中要应用 GB 工程图模板，需要自己动手制作，图纸图框、图幅及表格的制作很简单，这里不做重点讲解。那么制作完成后又是如何使用的呢？下面进行详细讲解。

鉴于 GB 图纸包括 A0、A1、A2、A3 和 A4 5 种，图纸绘制完成并保存为图纸模板格式文件，读者朋友从本例的文件夹中打开使用即可。

操作演示

使用 GB 工程图模板，还要进行 Config.pro 配置文件的设置，其配置过程在前面已经介绍过。这里把配置好的 Config.pro 文件也提供给大家使用。

01 将本例配套资源中的“\论坛网友精华帖问题解决\Ch09\Config.pro”文件复制并粘贴到读者的计算机系统的“C:\Users\Administrator \Documents\”路径下。

02 将本例源文件夹中提供的从 A0～A4 的零件工程图格式文件和装配工程图格式文件全部复制并粘贴到读者的 Creo 4.0 安装路径下：“E:\Program Files\PTC\Creo 4.0\F000\Common Files\formats”。

03 接下来重新启动 Creo 4.0 软件，准备使用 GB 工程图模板。

04 单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框。在“类型”选项组中选择“绘图”单选按钮，在“名称”文本框中输入工程图名称 zhijia，取消选择“使用默认模板”复选框，然后单击“确定”按钮，弹出“新建绘图”对话框。

05 在“指定模板”选项组中选择“格式为空”单选按钮，单击“浏览”按钮，打开国标模板文件“GB_A3_part.frm”，最后单击“确定”按钮，进入制图模式，如图 9-94 所示。



图 9-94　创建制图文件

06 进入工程图设计模式后，根据系统提示：“输入想要使用格式的页面（1-2）”，输入“1”（意思为在图纸的第 1 个页面中使用此格式）。接着再继续输入设计者名称、零件图纸名称、重量、材料名称和热处理次数等，如图 9-95 所示。

为参数"设计"输入文本[无]:
1 —— 使用页面设置

为参数"零件名称"输入文本[无]:
设计之门 —— 零件名称

为参数"mass"输入文本[无]:
1 —— 设置重量

为参数"材料名称"输入文本[无]:
HT150 —— 材料名称

为参数"热处理"输入文本[无]:
1 —— 热处理次数

为参数"QNAME"输入文本[无]:
设计之门 —— 设计者名称

图 9-95　设置图框中的文字

07 打开的国标 A4 工程图模板如图 9-96 所示。

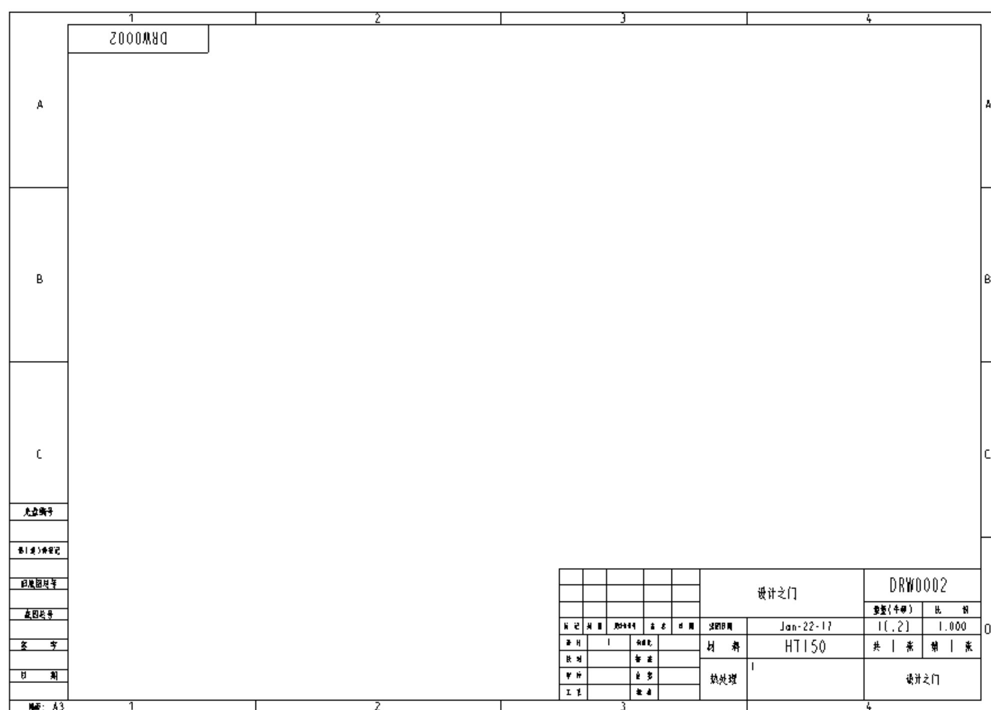


图 9-96　A4 国标工程图模板

第 6 节　Creo工程师认证试题

一、选择题

（1）在工程图中，拖动主视图，其他视图会（A）。

A．一起移动　　B．只有右视图移动

C．只有左视图移动　　D．所有视图都不移动

（2）如何将英制的零件转为公制的零件 （A）。

A．编辑－设置　　B．文件－设置

C．工具－设置　　D．插入－设置

（3）关于 Creo 中建立工程图的描述正确的有（ABD）。

A．可以建立三视图、剖面图或局部放大图

B．若对零件进行了修改，会自动反映到相关工程图中

C．若在工程图中对尺寸进行修改的话，与其相关的零件、装配件等模型不会随之改变

D．必须先建立主视图才能建立其他视图，删除时则没有顺序限制

（4）在创建视图的过程中，删除视图会影响其他视图的是（C）。

A．一般视图　　B．投影视图　　C．父视图　　D．剖视图

（5）关于表格的操作，以下说法错误的是（D）。

A．表格的拭除和视图的拭除一样

B．移动表格，需先选择要移动的表格，再将其拖动到指定位置

C．修改表格是指对表格进行合并、分割、旋转及复制等操作

D．分割表格，只能将已经合并的表格进行分割

二、绘图题

（1）根据如图 9-97 所示的尺寸完成零件设计，并生成工程图。

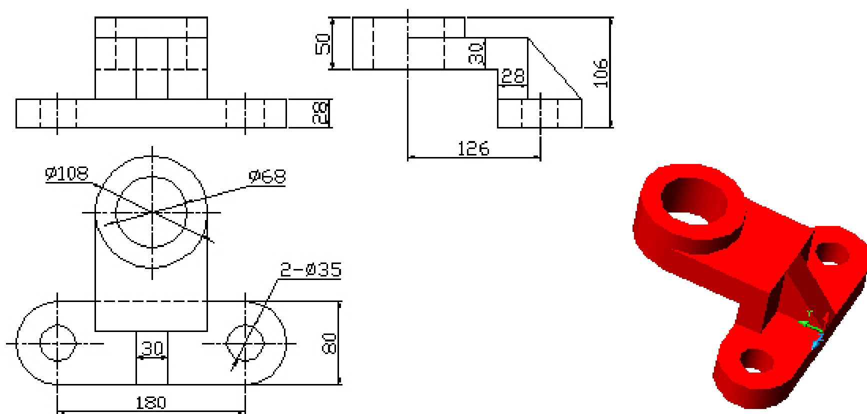


图 9-97　工程图和零件模型

（2）根据如图 9-98 所示的尺寸完成零件设计，并生成工程图。

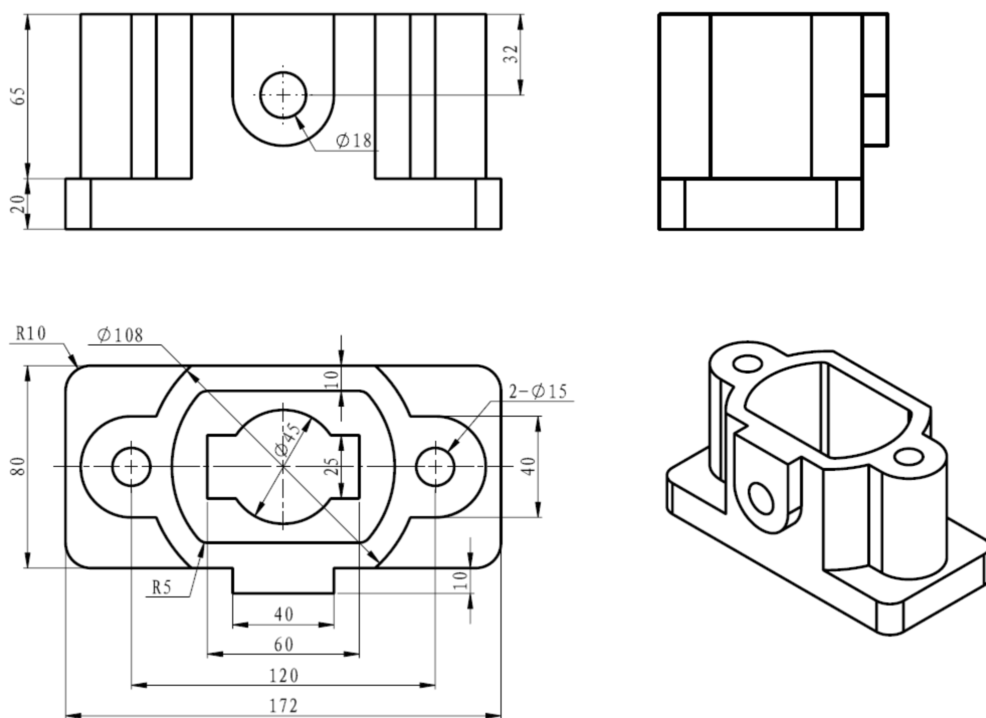


图 9-98　工程图和零件模型



第 10 章 照片级真实渲染技术



本章导读

本章主要介绍 Creo 的渲染辅助软件 KeyShot 6.0，通过学习与掌握 KeyShot 的相关操作命令，进一步对 Creo 所构建的数字模型进行后期渲染处理，直到最终输出符合设计要求的渲染图。



案例展现

案 例 图	描 述
	KeyShot 是一款渲染功能十分强大的工具。在本案例中，将会看到如何为白炽灯的各个零件添加材质、背景等。 白炽灯的渲染，主要难点是环境的选择和房间外观的选择，其他的渲染参数保持默认设置即可

第 1 节　Creo渲染器（KeyShot）介绍

在 Creo 4.0 中，采用了内置的 KeyShot 渲染器作为强大的渲染引擎。当然，KeyShot 作为一个渲染器插件需要进行外部安装。

KeyShot 意为“The Key to Amazing Shots”，是一个互动性的光线追踪与全域光渲染程序，无须复杂的设定即可产生相片般真实的 3D 渲染影像。无论渲染效率还是渲染质量，均非常优秀，非常适合作为及时方案展示效果渲染，同时 KeyShot 对目前绝大多数主流建模软件支持效果良好，尤其对于 Creo 模型文件更是完美支持。

KeyShot 最惊人的地方就是能够在几秒之内就渲染出令人惊讶的镜头效果。沟通早期理念、尝试设计决策、创建市场和销售图像，无论用户想要做什么，KeyShot 都能打破一切复杂限制，帮助用户创建照片级的逼真图像。图 10-1 所示为使用 KeyShot 渲染的高质量图片。



图 10-1　使用 KeyShot 渲染的高质量图片

一、KeyShot 6.0 程序的安装与挂载

首先登入 KeyShot 官方网站 www.keyShot.com，依据自己的计算机系统来对应下载 KeyShot 软件试用版本，目前，官方所提供的最新版本为 KeyShot 6.0。安装过程此处省略，将在视频中进行详细讲解。下面介绍挂载到 Creo 4.0 中的操作方法。



上机操作——如何在 Creo 4.0 中启动 KeyShot 6.0？

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch10\ keyShot6_creo4_64_plugin_1.3.exe

演示视频路径：\视频\Ch10\在 Creo 4.0 中启动 KeyShot6.0.avi

01 下载 keyShot6_creo4_64_plugin_1.3 接口程序。

02 启动接口程序（以管理员身份安装），打开安装界面窗口，如图 10-2 所示。

03 单击“Next”按钮，在随后打开的授权协议页面中单击“I Agree”按钮，进入下一安装步骤，如图 10-3 所示。



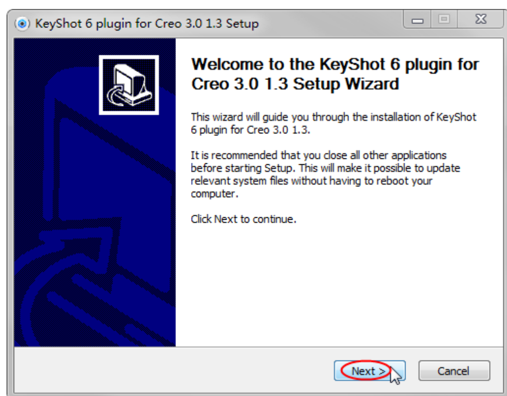


图 10-2 安装界面

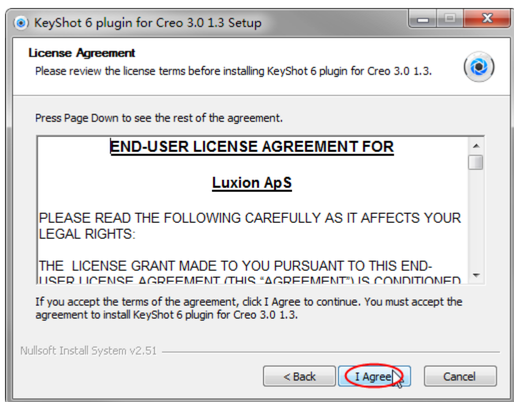


图 10-3 同意授权协议

04 进入安装路径设置界面，保留默认路径或者更改路径后，单击“Install”按钮进行安装，如图 10-4 所示。



技巧点拨：

注意，一定要安装在与 KeyShot 6.0 相同的路径下。

05 安装完成后单击“Finish”按钮，关闭安装窗口，如图 10-5 所示。

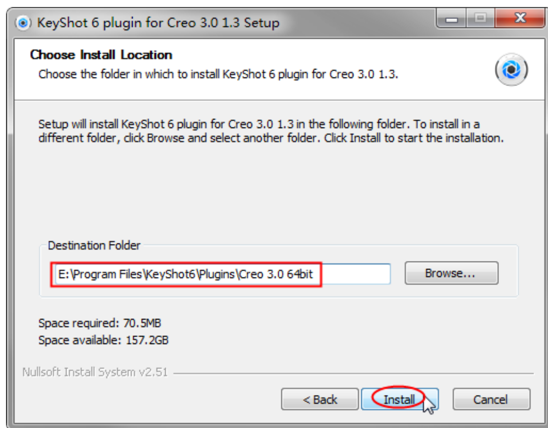


图 10-4 选择安装路径

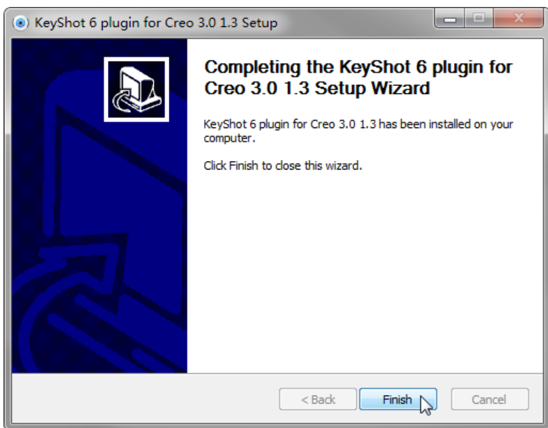


图 10-5 安装完成

06 启动 Creo 4.0。选择“文件”→“选项”命令，弹出“Creo parametric 选项”对话框。选择“配置编辑器”选项，单击“添加”按钮，在弹出的对话框中输入“选项名称”为 Protkdat，然后单击“浏览”按钮，如图 10-6 所示。

07 在随后弹出的对话框中，从 E:\Program Files\KeyShot6\Plugins\Creo 3.0 64bit\路径中打开 protk.dat 文件，如图 10-7 所示。

08 单击“添加选项”对话框中的“确定”按钮，完成将 KeyShot 6.0 插件载入到 Creo 4.0 中的操作（需要单击“导出配置”按钮保存配置）。在 Creo 4.0 零件环境下的“应用程序”选项卡中单击“照片级真实渲染”按钮，打开“Photo-Realistic Render”选项卡，如图 10-8 所示。

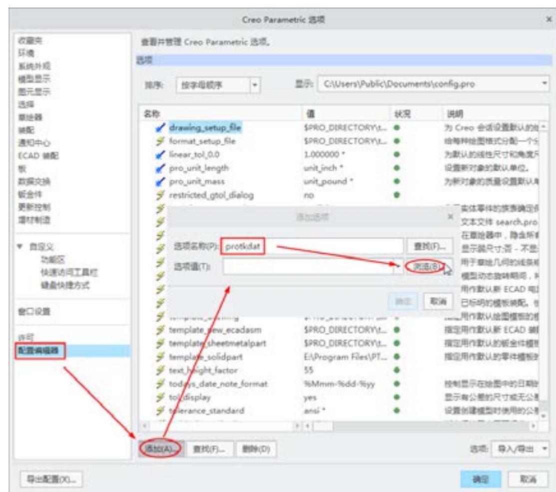


图 10-6　打开安装插件的选项设置

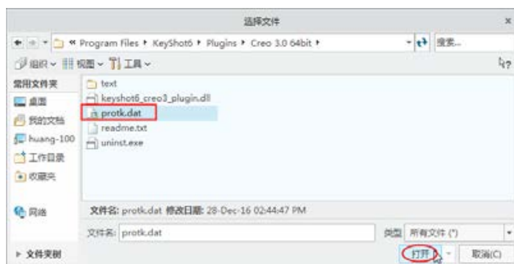


图 10-7　载入插件程序

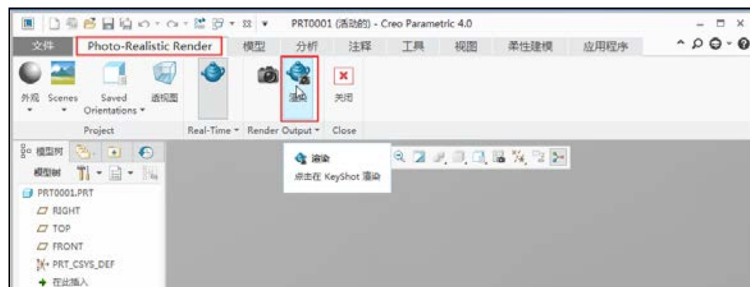


图 10-8　Creo 4.0 菜单栏中的 KeyShot 6.0 菜单

09 再单击“渲染”按钮，选择“Render”命令，即可从 Creo 4.0 中打开 KeyShot 6.0 渲染插件，如图 10-9 所示。



图 10-9　打开的 KeyShot 6.0 渲染窗口



技巧点拨：

如果没有安装 keyShot 6.0 接口程序，那么只有先将 Creo 文件从 Creo 中导出，再从 KeyShot 6.0 中导入。如果直接打开 Creo 模型造成计算机卡顿，最好的建议还是先转出再导入到 KeyShot 6.0 中。

二、KeyShot 6.0 界面简介

要学会 KeyShot 6.0，就要按照学习其他软件的方法，首先了解它的工作界面及其常见的视图操作、环境配置等。鉴于 KeyShot 6.0 是一个独立的软件程序，所涉及的知识内容较多，先粗略地介绍一下基本操作。在后面的“第 5 节渲染”中将进行重点介绍。

1. 窗口管理

KeyShot 6.0 的窗口左侧是渲染材质面板，中间区域是渲染区域，底部则是人性化的控制按钮。下面介绍底部的窗口控制按钮，如图 10-10 所示。



图 10-10　窗口控制按钮

（1）导入

“导入”是指导入其他 3D 软件生成的模型文件。单击“导入”按钮，弹出“导入文件”对话框，从中导入适合 KeyShot 6.0 的格式文件，如图 10-11 所示。也可以通过选择“文件”菜单中的文件操作命令，进行各项文件操作。

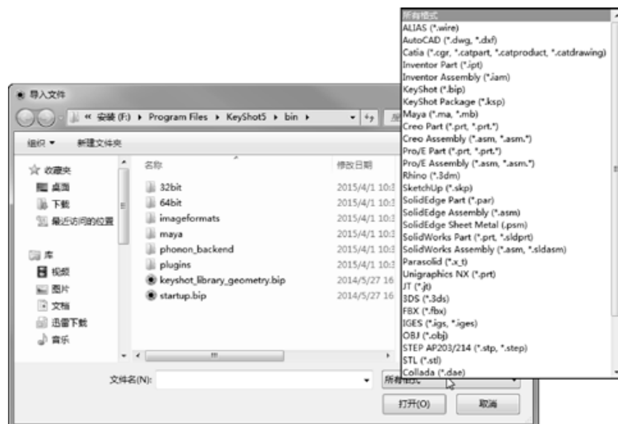


图 10-11　导入要渲染的其他 3D 软件生成的图形文件

（2）库

“库”按钮用来控制左侧材质库面板的显示与否，如图 10-12 所示。“库”面板用来添加材质、颜色、环境、背景和纹理等。

（3）项目

"项目"按钮用来控制右侧的各渲染环节的参数与选项设置的控制面板，如图 10-13 所示。



图 10-12 "库"面板



图 10-13 "项目"面板

（4）动画

"动画"按钮用于控制"动画"面板的显示，如图 10-14 所示。

（5）渲染

单击"渲染"按钮，弹出"渲染"对话框。设置渲染参数后单击对话框中的"渲染"按钮，即可对模型进行渲染，如图 10-15 所示。



图 10-14 "动画"面板



图 10-15 "渲染"对话框

2. 视图控制

在 KeyShot 6.0 中，视图的控制是通过相机功能来执行的。

要显示 Rhino 中原先的视图，在 KeyShot 6.0 的菜单栏中选择"相机"→"相机"命令，打开相机视图菜单，如图 10-16 所示。

在渲染区域中按住鼠标中键可以平行移动摄像机，单击以旋转摄像机，达到从多个视角查看模型的目的。



技巧点拨：

这个操作与旋转模型有区别。也可以在工具栏中单击"中间移动手掌移动摄像机"按钮和"左键旋转摄像机"按钮来完成相同的操作。



要旋转模型，将鼠标光标移动到模型上，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择“移动模型”命令，在渲染区域中将显示三轴控制球，如图 10–17 所示。

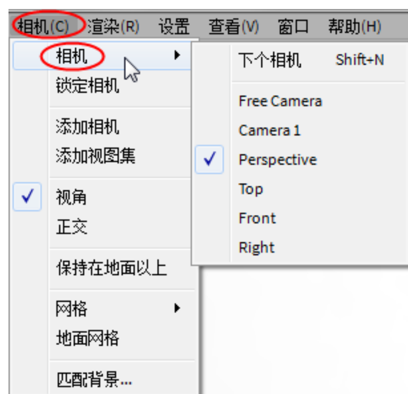


图 10–16　相机菜单



图 10–17　移动模型显示三轴控制球

技巧点拨：

快捷菜单中的“移动模型”命令是针对导入的模型为装配体模型的情况。可以移动装配体中的单个或多个零部件。

拖动环可以旋转模型，拖动轴可以定向平移模型。默认情况下，模型的视角是以透视图进行观察的，可以在工具栏中设置视角，如图 10–18 所示。可以设置视图模式为“正交”，正交模式也就是 Rhino 中的“平行”视图模式。



图 10–18　视角设置

第 2 节　材质库与颜色库

为模型赋予材质是渲染的第一步，这个步骤将直接影响最终的渲染结果。KeyShot 6.0 材质库中的材质是英文显示的，若需要用中文或者双语显示材质，还需要安装由热心网友提供

的“KeyShot 6.0.264 双语材质.exe”程序。



技巧点拨：

为了便于学习，建议大家通过合法途径或手段下载本章中所提及的插件程序及相关汉化程序。当然推荐大家通过合法途径或手段直下载并安装 KeyShot 3.0 或 4.0 版本的材质库，将安装后的中文材质库复制并粘贴到桌面上的 KeyShot 6 Resources 材质库文件夹中，与 Materials 文件夹合并即可。但还需要在 KeyShot 6.0 中选择“编辑”→“首选项”命令，在弹出的“首选项”对话框中定制各个文件夹，也就是编辑材质库的新路径，如图 10-19 所示。重新启动 KeyShot 6.0，中文材质库即可生效。

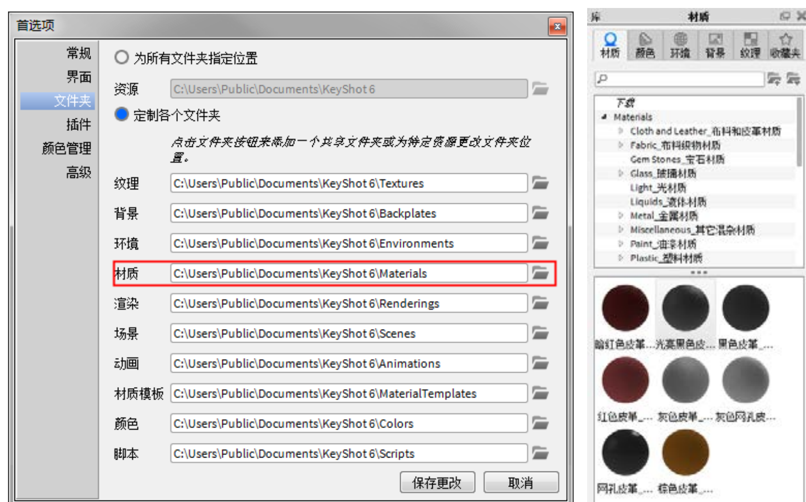


图 10-19　定制文件夹加载中文材质库

本章将以中文材质库进行介绍，以方便大家学习。

一、赋予材质

KeyShot 6.0 的材质赋予方式：选择好材质后，直接拖动该材质到模型中的某个面上再释放，即可完成赋予材质操作，如图 10-20 所示。

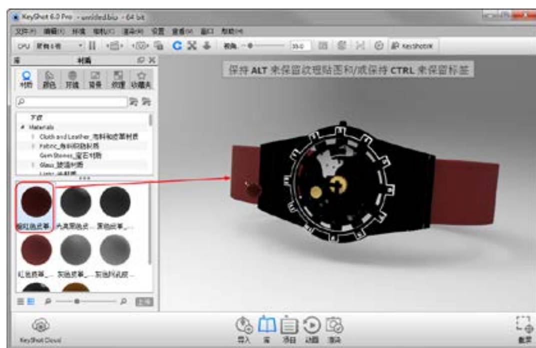


图 10-20　赋予材质给对象

二、编辑材质

要编辑材质，首先单击“项目”按钮，打开“项目”控制面板。赋予材质后，在渲染区域中双击材质，在“项目”控制面板中将显示此材质的“材质”面板，如图 10–21 所示。

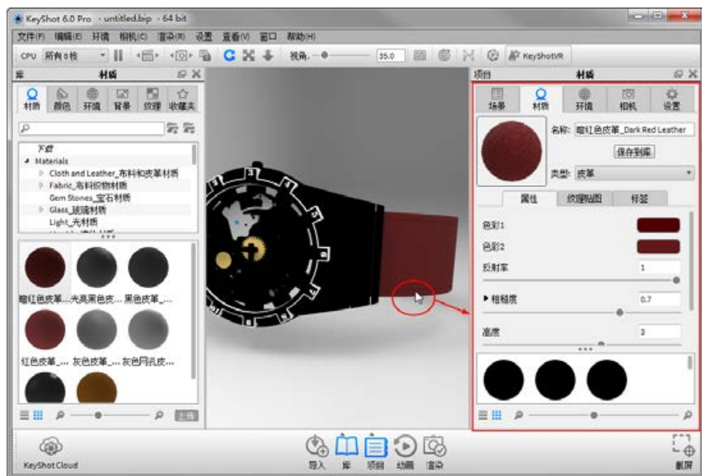


图 10–21　控制面板中的“材质”面板

在“材质”面板中有 3 个选项卡：“属性”“纹理贴图”和“标签”。

1. “属性”选项卡

“属性”选项卡用来编辑材质的属性，包括颜色、粗糙度、高度和缩放等。

2. “纹理贴图”选项卡

“纹理贴图”选项卡用来设置贴图，贴图也是材质的一种，只不过贴图是附着在物体的表面，而材质是附着在整个实体体积中。“纹理贴图”选项卡如图 10–22 所示。双击“未加载纹理贴图”选项，可以在弹出的“打开纹理贴图”对话框中打开贴图文件，如图 10–23 所示。

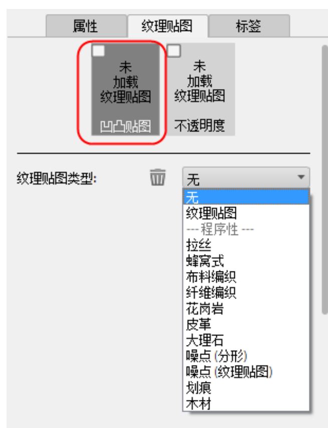


图 10–22　“纹理贴图”选项卡

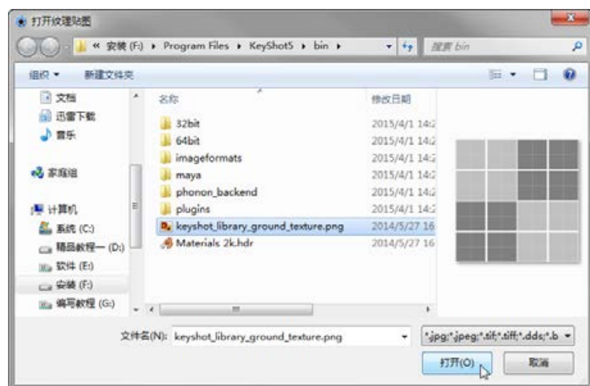


图 10–23　“打开纹理贴图”对话框

打开贴图文件后，“纹理贴图”选项卡会显示该贴图的属性设置选项，如图 10–24 所示。

“纹理贴图”选项卡中包含多种纹理贴图类型，如图 10−22 中的“纹理贴图类型”下拉列表框所示。贴图类型主要是定义贴图的纹理和纹路。相同的材质可以有不同的纹路，图 10−25 所示为“纤维编织”类型与“蜂窝式”类型的对比效果。



图 10−24　贴图属性设置

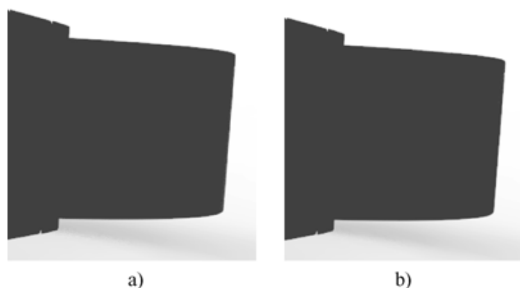


图 10−25　纹理贴图类型

a）“纤维编织”类型　b）“蜂窝式”类型

3. “标签”选项卡

KeyShot 6.0 中的“标签”就是前面两种渲染器中的“印花”，同样也是材质的一种，只不过“标签”与贴图都是附着于物体的表面。“标签”常用于产品的包装、商标和公司徽标等。

“标签”选项卡如图 10−26 所示。双击“未加载标签”选项，弹出“加载标签”对话框，在其中可以打开标签图片文件，如图 10−27 所示。

打开标签后同样可以编辑标签图片，包括投影方式、缩放比例和移动等属性，如图 10−28 所示。



图 10−26 “标签”选项卡

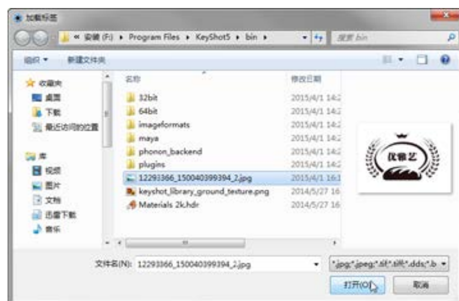


图 10−27　打开标签图片



图 10−28　标签属性设置

三、自定义材质库

当 KeyShot 的材质库中的材质无法满足渲染要求时，可以自定义材质。自定义材质的方式有两种：一种是加载网络中其他 KeyShot 用户自定义的材质，并放置到 KeyShot 材质库文件夹中；另一种就是在“材质”面板的下方有最基本的材质，选择一个材质并编辑属性，然后保存到材质库中即可。



四、颜色库

颜色不是材质。颜色只是体现材质的一种基本色彩。KeyShot 6.0 的模型颜色位于“颜色”库中，如图 10-29 所示。

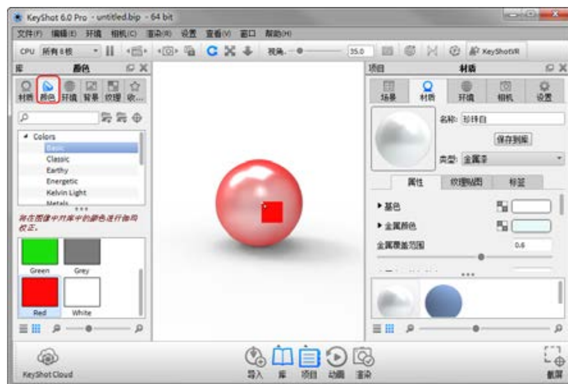


图 10-29　颜色库

要更改模型的颜色，除了在颜色库中拖动颜色给模型外，还可以在编辑模型材质时直接在“材质”面板中设置材质的“基色”。

第 3 节　灯　　光

其实，在 KeyShot 6.0 中是没有灯光的，但一款功能强大的渲染软件是不可能不涉及灯光渲染的。那么，在 KeyShot 6.0 中又是如何操作灯光的呢？

一、利用光材质作为光源

在材质库中，光材质如图 10-30 所示。为了便于学习，这里特地将所有灯光材质做了汉化处理。

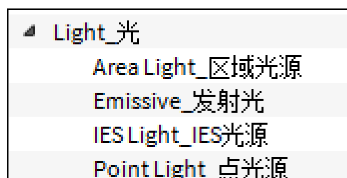


图 10-30　光材质



技巧点拨：

选中材质并右击，在弹出的快捷菜单中选择“重命名”命令，即可以中文命名材质，这样在以后使用材质时比较方便。

从图 10-30 中不难发现，可用的光源包括 4 种类型：区域光源、发射光、IES 光源和点

光源。

1. 区域光源

区域光源是指局部透射、穿透的光源，比如，窗户外照射进来的自然光源、太阳光源等，光源材质列表中有 4 个区域光源材质，如图 10−31 所示。

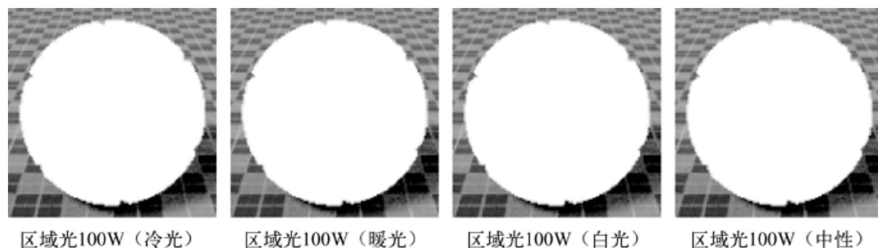


图 10−31　4 个区域光源材质

添加区域光源，也就是将区域光源材质赋予窗户中的玻璃等模型。区域光源一般适用于建筑室内渲染。

2. 发射光

发射光源材质主要用作车灯、电筒、电灯、路灯及室内装饰灯的渲染。光源材质列表中的发射光材质如图 10−32 所示。

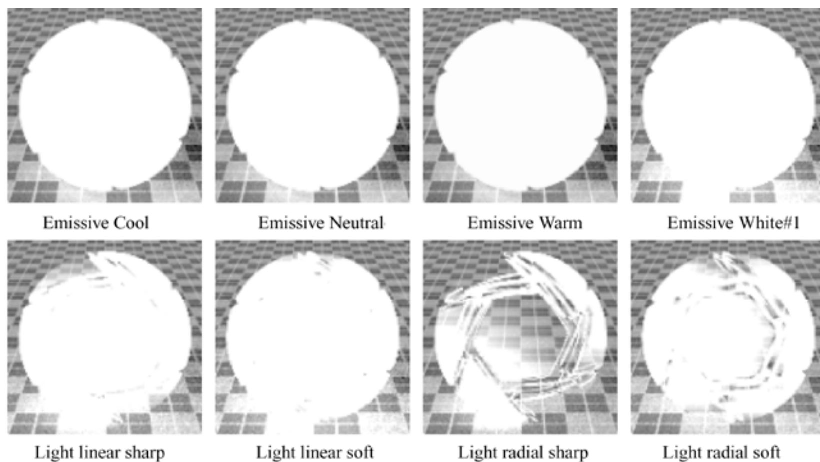
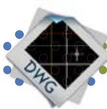


图 10−32　发射光源材质

发射光源材质对应的中英文材质说明如下。

- Emissive Cool（发射光−冷）。
- Emissive Neutral（发射光−中性）。
- Emissive Warm（发射光−暖）。
- Emissive White #1（发射光−白色#1）。
- Light linear sharp（线性锐利灯光）。
- Light linear soft（线性软灯光）。
- Light radial sharp（径向锐利灯光）。
- Light radial soft（径向软灯光）。



3. IES光源

IES 光源是由美国照明工程学会制定的各种照明设备的光源标准。

在制作建筑效果图时，经常会使用一些特殊形状的光源，如射灯、壁灯等。为了准确真实地表现这一类光源，可以通过使用 IES 光源导入 IES 格式文件来实现。

IES 文件就是光源（灯具）配光曲线文件的电子格式，因为它的扩展名为“*.ies”，所以，可以直接称它为 IES 文件。

IES 格式文件包含准确的光域网信息。光域网是光源的灯光强度分布的 3D 表示，平行光分布信息以 IES 格式存储在光度学数据文件中。光度学 Web 分布使用光域网定义分布灯光。可以加载各个制造商所提供的光度学数据文件，将其作为 Web 参数。在视口中，灯光对象会更改为所选光度学 Web 的图形。

KeyShot 6.0 提供了 3 种 IES 光源材质，如图 10-33 所示。

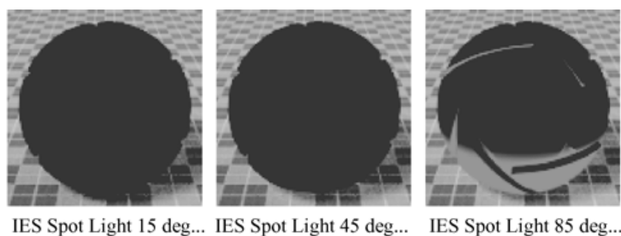


图 10-33　3 种 IES 光源材质

IES 光源对应的中英文材质说明如下。

- IES Spot Light 15 degrees（IES 射灯 15 度）。
- IES Spot Light 45 degrees（IES 射灯 45 度）。
- IES Spot Light 85 degrees（IES 射灯 85 度）。

4. 点光源

点光源从其所在位置向四周发射光线。KeyShot 6.0 材质库中的点光源材质如图 10-34 所示。

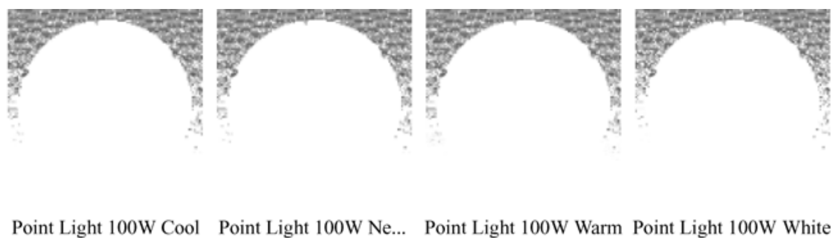


图 10-34　点光源材质

点光源对应的中英文材质说明如下。

- Point Light 100W Cool（点光源 100W-冷）。
- Point Light 100W Neutral（点光源 100W-中性）。
- Point Light 100W Warm（点光源 100W-暖）。
- Point Light 100W White（点光源 100W-白色）。

二、编辑光源材质

光源不能凭空添加到渲染环境中，需要建立实体模型。可以通过在菜单栏中选择“编辑”→“添加几何图形”→“立方体”命令，或者其他图形命令，创建用于赋予光源材质的物件。

如果已经有光源材质附着体，就不需要创建几何图形了。把光源材质赋予物体后，随即可在“材质”面板中编辑光源属性，如图 10−35 所示。



图 10−35　在“材质”面板中编辑光源属性

第 4 节　环境库、背景库和纹理库

一、环境库

渲染离不开环境，尤其是需要在渲染的模型表面表达发光效果时，更需要加入环境。在窗口左侧的“环境”库中列出了 KeyShot 6.0 全部的环境，如图 10−36 所示。

要设置环境，在“环境”库中选择一种环境，双击环境缩略图，或者拖动环境缩略图到渲染区域并释放，即可将环境添加到渲染区域，如图 10−37 所示。

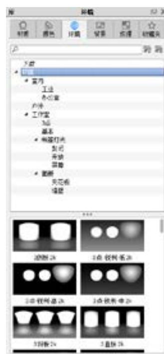


图 10−36　“环境”库

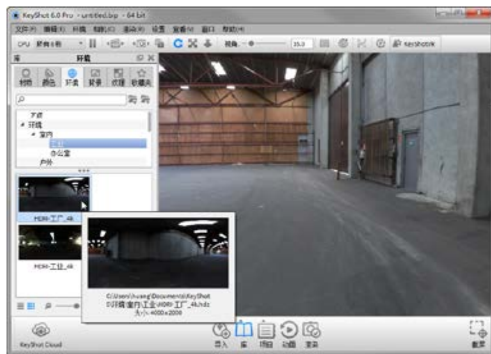


图 10−37　添加环境

添加环境后，可以在右侧的“环境”面板中设置当前渲染环境的属性，如图 10-38 所示。



图 10-38　设置环境属性

如果不再需要环境中的背景，在“环境”面板中的“背景”选项组中选择“颜色”单选按钮，并设置颜色为白色即可。

二、背景库和纹理库

背景库中的背景文件主要用于室外与室内的场景渲染。“背景”库如图 10-39 所示。背景的添加方法与环境的添加方法是相同的。

“纹理”库中的纹理是用来作为贴图用的材质。纹理既可以单独赋予对象，也可以在赋予材质时添加纹理。KeyShot 6.0 中的“纹理”库如图 10-40 所示。

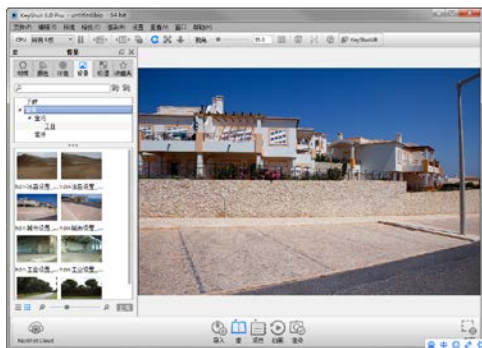


图 10-39　“背景”库

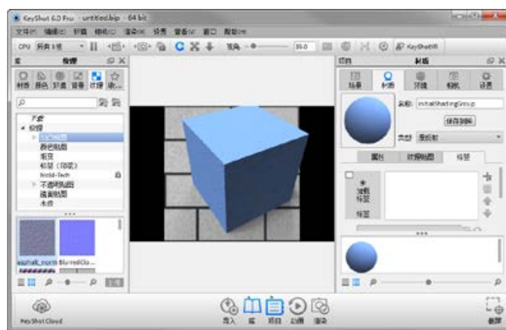


图 10-40　“纹理”库

第 5 节　渲　　染

在窗口底部单击“渲染”按钮，弹出“渲染”对话框，如图 10−41 所示。其中包括输出、选项、队列、区域、网络和通道 6 个渲染设置类别，下面主要介绍常用的输出、选项和区域 3 个类别。



图 10−41　“渲染”对话框

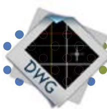
一、“输出”类别

“输出”面板中有 3 种输出类型：静态图像、动画和 KeyShotVR。

1. 静态图像

静态图像就是输出渲染的位图格式文件，该控制面板中各选项的功能介绍如下。

- 名称：输出图像的名称，可以是中文命名。
- 文件夹：渲染后图片的保存位置，默认情况下为 Renderings 文件夹。如果需要保存到其他文件夹中，同样需要注意路径为全英文，不能出现中文字符。
- 格式：文件保存格式，在格式选项中，KeyShot 6.0 支持 3 种格式的输出：JPEG、TIFF 和 EXR。通常选择人们最为熟悉的 JPEG 格式进行保存，TIFF 的保存文件可以在 PS 中将图片去除背景，EXR 格式涉及色彩渠道和阶数的格式，简单来说就是 HDR 格式的 32 位文件。
- 包含 alpha（透明度）：选择该复选框，可以使在 TIFF 格式输出下的文件，在 PS 等软件处理中自带一个渲染对象及投影的选区。
- 分辨率：图片大小，在这里可以改变图片的纵横大小。在其中可以选择一些常用的图片输出大小。
- 打印大小：保持纵横比例与打印图像尺寸单位选项。前面的选项调整的是 inch 和 cm，即英寸和厘米。后面的选项调整的是 DPI 的精度，依据个人需要进行选择，一般使用打印尺寸为 300DPI。
- 性能：设置渲染时计算机的 CPU 性能。
- 渲染模式：通常为默认设置，以渲染前所做的准备工作为准。



2. 动画

当创建渲染动画后，才能显示“动画”选项卡。制作动画非常简单，只需在动画区域中单击“动画向导”按钮，在弹出的对话框中选择动画类型、相机和动画时间等，就可以完成动画的制作。每种类型都有预览，如图 10-42 所示。

完成动画制作后在“渲染”对话框的“输出”类别中单击“动画”按钮，即可显示动画渲染输出设置面板，如图 10-43 所示。

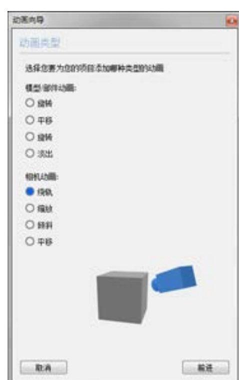


图 10-42 制作动画的类型

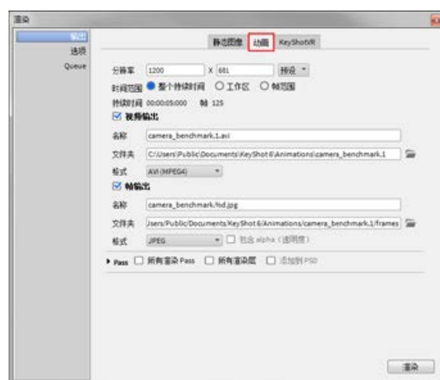


图 10-43 “动画”选项卡

在其中根据需求设置分辨率、视频与帧的输出名称/路径/格式、性能及渲染模式等。

3. KeyShotVR

KeyShotVR 是一种动态展示。动画也是 KeyShotVR 的一种类型。除了动画，其他的动态展示大多是绕自身的重心进行旋转、翻滚、球形翻转和半球形翻转等定位运动。在渲染区域上方的工具栏中单击“KeyShotVR”按钮，弹出“KeyShotVR 向导”对话框，如图 10-44 所示。

KeyShotVR 动态展示的定制与动画类似，只需按步骤进行即可。定义了 KeyShotVR 动态展示后，在“渲染”对话框的“输出”类别中单击“KeyShotVR”按钮，才会显示 KeyShotVR 渲染输出设置面板，如图 10-45 所示。



图 10-44 “KeyShotVR 向导”对话框

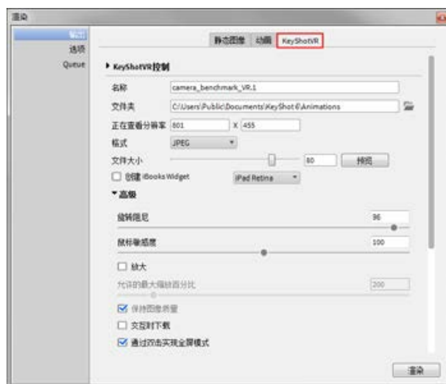


图 10-45 “KeyShotVR”选项卡

设置完成后，单击“渲染”按钮，即可进入渲染过程。

二、“选项”类别

“选项”面板用来控制渲染质量，如图 10−46 所示。

“质量”类别中包括 3 种设置：最大时间、最大采样和高级控制。

1. 最大时间

“最大时间”定义每一帧和总时长，如图 10−47 所示。

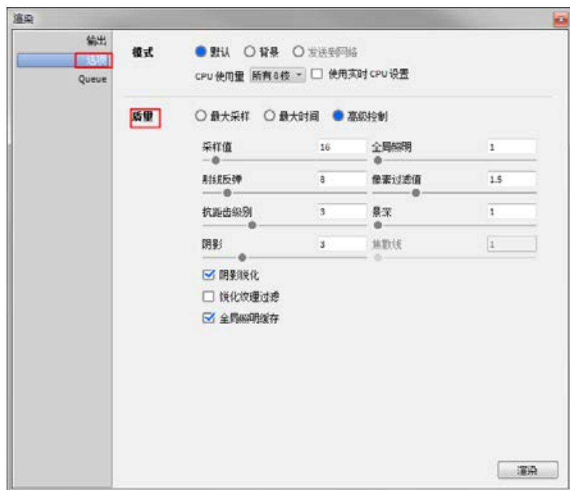


图 10−46　“选项”面板



图 10−47　最大时间设置

2. 最大采样

“最大采样”定义每一帧采样的数量，如图 10−48 所示。

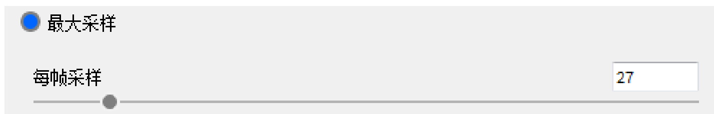
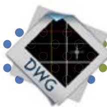


图 10−48　最大采样设置

3. 高级控制

“高级控制”面板中各选项的功能介绍如下。

- 采样值：控制图像每个像素的采样数量。在大场景的渲染中，模型的自身反射与光线折射的强度或者质量需要较高的采样数量。较高的采样数量设置可以与较高的抗锯齿设置（Anti aliasing）相配合。
- 全局照明：提高这个参数的值可以获得更加详细的照明和小细节的光线处理。一般情况下，没有必要去调整该参数。如果需要在阴影和光线的效果上做处理，可以考虑改变它的参数。
- 射线反弹：这个参数的设置是控制光线在每个物体上反射的次数。



- 像素过滤值：这是一个新的功能，通过增加一个模糊的图像，得到柔和的图像效果。建议使用 1.5～1.8 之间的参数设置。不过在渲染珠宝首饰时，大部分情况下有必要将参数值降低到 1 和 1.2 之间的某个地方。
- 抗锯齿级别：提高抗锯齿级别可以将物体的锯齿边缘细化，这个参数值越大，物体的抗锯齿质量也会越高。
- 景深：增加这个选项的数值将导致画面出现一些小颗粒状的像素点，以体现景深效果。一般将该参数设置为 3，就足以得到很好的渲染效果。需要注意的是，数值的变大将会增加渲染的时间。
- 阴影：这个参数所控制的是物体在地面的阴影质量。
- 焦散线：指当光线穿过一个透明物体时，由于对象表面的不平整，使得光线折射并没有平行发生，出现漫折射，投影表面出现光子分散。
- 阴影锐化：默认选择该复选框，通常情况下尽量不要改动，否则将会影响画面小细节方面的阴影上的锐利程度。
- 锐化纹理过滤：检查当下所选择的材质与各贴图，选择该复选框后可以得到更加清晰的纹理效果，不过通常情况下，取消选择该复选框。
- 全局照明缓存：选择此复选框，细节能得到较好的表现，时间上也可以得到一个好的平衡。

三、区域渲染

设置框选区域的局部渲染。相关参数位于图 10-49 所示的“区域”选项组中。

选择“区域”复选框，便可以在软件视窗界面中灵活使用鼠标左键拖曳形成渲染画框，进行局部渲染。通过这种方式可以灵活渲染所需查看的画面局部，提高效率。如将“宽度”设置为 1069，“高度”设置为 550，则该区域的渲染效果如图 10-50 所示。

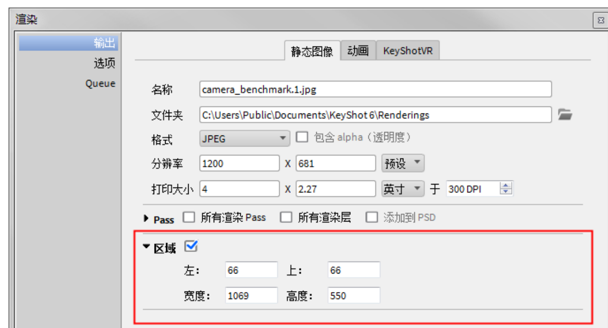


图 10-49 “区域”选项组

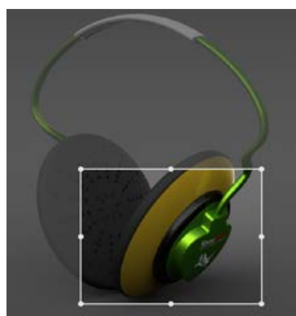


图 10-50 区域渲染

温馨提示：

在 KeyShot 中，打开软件视口界面后应尽量将视口缩放至最小（适合观看模型即可），这样可以加快模型的及时硬件渲染效率。

第 6 节　KeyShot渲染案例解析

案例 1　白炽灯渲染

练习文件路径：\上机操作\结果文件\Ch10\灯泡渲染.bip
演示视频路径：\视频\Ch10\KeyShot 白炽灯渲染.avi

建模方法解析

KeyShot 是一款渲染功能十分强大的工具。在本例的白炽灯渲染案例中，将会见到如何给白炽灯的各个零件添加材质、背景等。

白炽灯的渲染，主要难点是环境的选择和房间外观的选择，其他的渲染参数保持默认设置即可。本案例白炽灯的渲染效果图如图 10–51 所示。



图 10–51　白炽灯渲染效果

命令关键词：KeyShot 6.0

一个好的渲染作品，必须满足以下 4 点。

- 正确地选择材质进行组合。
- 合理、适当的光源。
- 现实的环境。
- 细节的处理。

设计步骤：

1. 在KeyShot中导入Creo模型文件

01 启动 KeyShot 6.0。选择“文件”→“导入”命令，打开本案例的素材文件“白炽灯.step”，如图 10–52 所示。

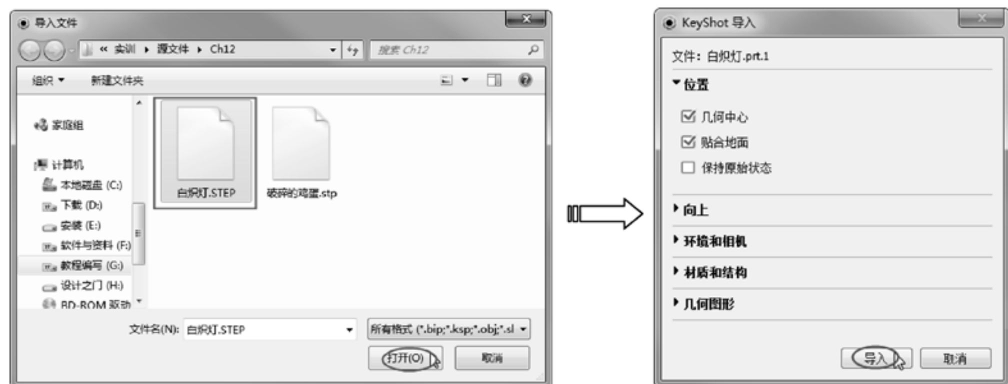


图 10–52　导入白炽灯模型文件

02 导入的灯泡模型如图 10–53 所示。

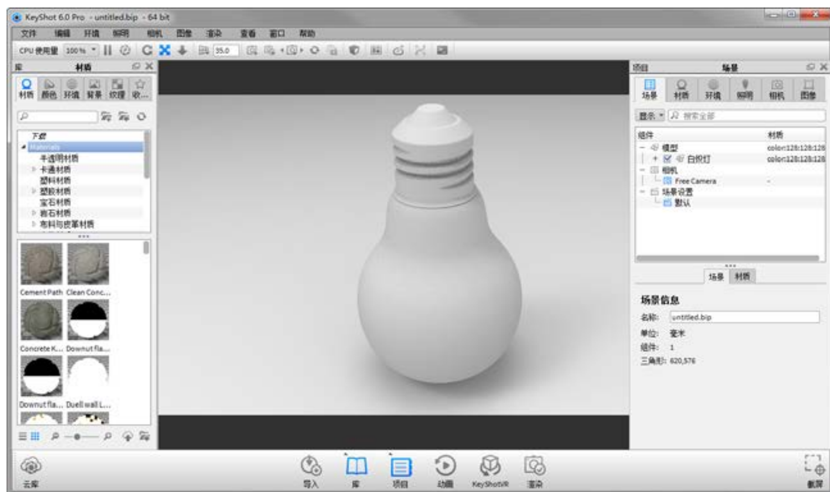


图 10-53　导入的灯泡模型

2. 赋予材质给灯泡模型



温馨提示：

本案例使用的材质是基于安装“KeyShot 6 扩展资源包（双语材质）v1.0”材质库的材质，请大家安装后再使用。

01 在左侧的“材质”库中，首先将“金属 Metal”→“铝 Aluminum”→“基础 Basic”材质文件夹下的“铝抛光”拖动到灯头部位释放，即赋予材质给灯头图层，在右侧的“场景”库中可以看见该图层被赋予了材质属性，如图 10-54 所示。

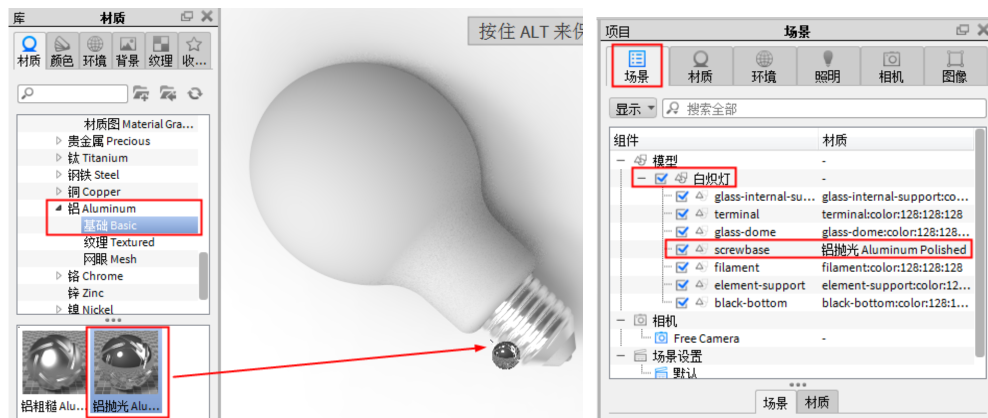


图 10-54　添加材质给灯头

02 接着添加材质（玻璃）给灯泡图层，如图 10-55 所示。

03 添加材质给灯头顶部的焊锡触点（由于没有焊锡材质，这里用“阳极电镀灰色”材质替代），如图 10-56 所示。

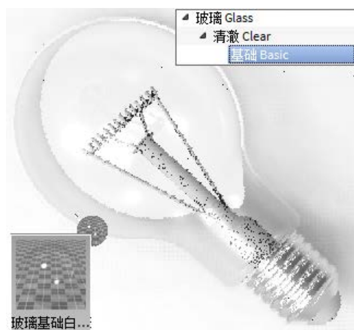


图 10-55　添加材质给灯泡



图 10-56　添加材质给焊锡触点

04 添加塑料材质（坚硬粗糙基础塑料）给灯头焊锡触点下方的绝缘体部位，如图 10-57 所示。

05 添加材质给灯丝。

● 由于不方便选择灯泡内的对象，可以在右侧的“场景”组中的“模型”→“白炽灯”下面的图层中来编辑材质。选择“filament”灯丝图层并右击，在弹出的快捷菜单中选择“材质”→“更改材质类型”命令，如图 10-58 所示。

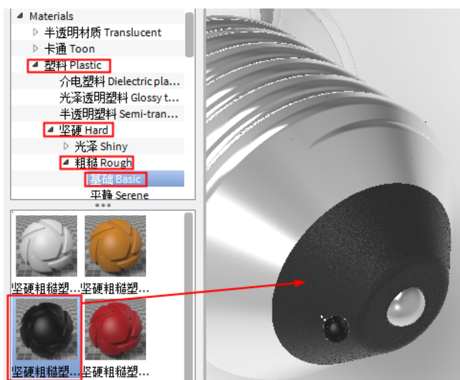


图 10-57　添加材质给绝缘体部分

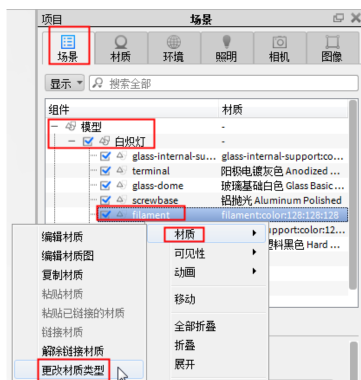


图 10-58　在“场景”组中更改图层的材质

● 随后在弹出的“选择材料类型”对话框中选择“金属”，单击“确定”按钮关闭该对话框。选择材料类型后右击，在弹出的快捷菜单中选择“材质”→“编辑材质图”命令，打开“材质图”窗口，如图 10-59 所示。

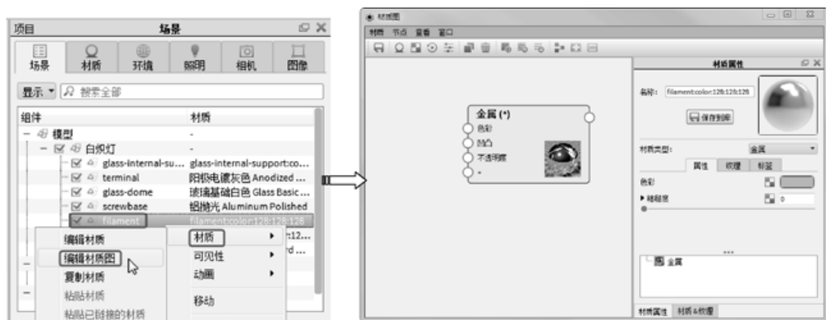


图 10-59　编辑灯丝的材质图

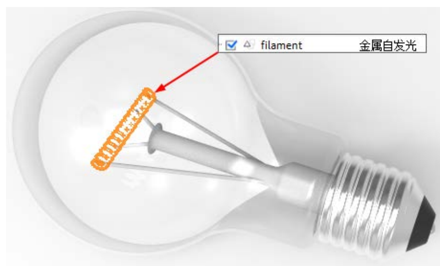
● 在“材质图”窗口中选择“节点”→“材质”→“自发光”命令，添加一个自发光的贴图节点，并将其导引到“金属”节点上，如图 10-60 所示。



图 10-60　添加节点贴图

● 可以将这个编辑后的材质贴图命名保存，也可以不保存，关闭窗口即可自动完成材质的编辑，如图 10-61 所示。

● 再接着给灯泡内部的导电丝添加材质（金属镍），将左侧的“材质”库的“镍光滑”材质直接拖动到右侧“场景”组下的“element-support”导电丝图层上，如图 10-62 所示。



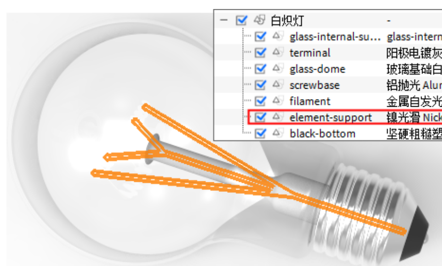


图 10-61　编辑完成的灯丝材质　　　　图 10-62　添加材质给导电丝

06 最后将折射玻璃材质添加给灯泡内部的支撑柱，如图 10-63 所示。方法同样是从“材质”库中直接拖动到“场景”组下的 glass-internal-support 上。



图 10-63　添加折射玻璃材质给支撑柱

3. 添加场景

添加场景的目的是为了让场景的各种光在灯泡表面反射，以增加真实效果。

01 在左侧的“环境”库中将 Studio 工作室中 zbyg 场景下的 studio016 场景双击添加到窗口中，如图 10-64 所示。

02 在右侧的“环境”面板下，设置“地面”选项组（选择全部复选框），并将颜色改为黑色，如图 10-65 所示。

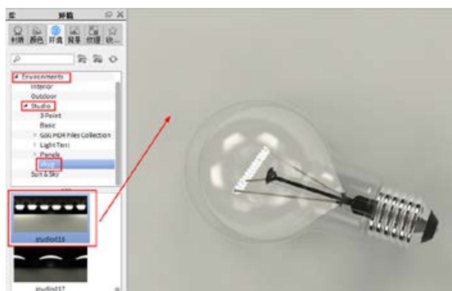


图 10-64 选择场景



图 10-65 设置地面

03 可以看到地面已经在灯泡中间了，需要调整地面高度或者灯泡的位置，这里选择调整灯泡位置。在“场景”库下选中“白炽灯”组件，然后在下方的“位置”选项卡中单击“移动工具”按钮，然后在图形区中拖动轴柄向上移动灯泡，再通过旋转手柄旋转模型，使灯泡部分和灯头部分都碰触到地面，如图 10-66 所示。

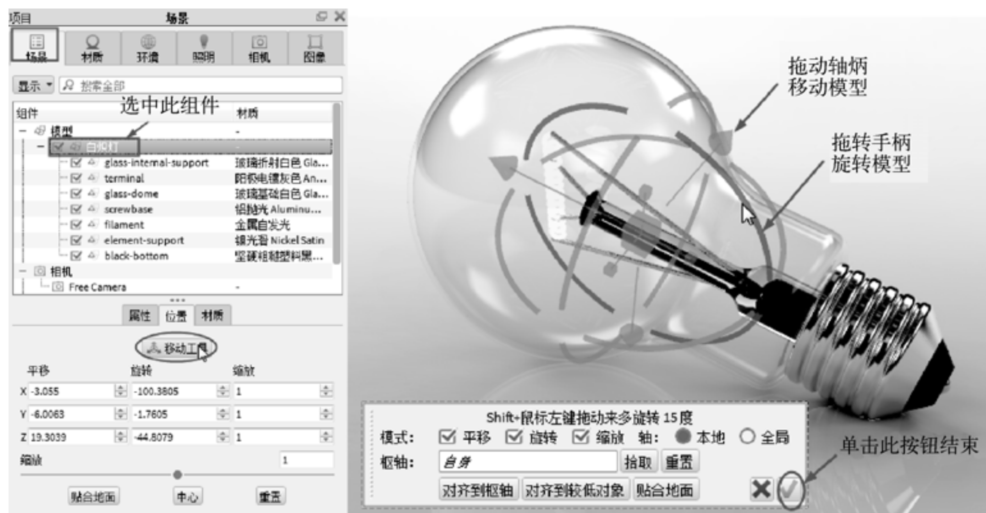


图 10-66 调整白炽灯位置

04 在“环境”库的“照明”面板下，设置照明的预设值为“完全模拟”，如图 10-67 所示。



图 10-67 设置照明的预设值

4. 精细调节场景和灯光参数

01 首先对灯光进行改动，是因为原有的金属自发光光线不足，也没有特效效果。首先在“场景”库组件列表中右击 filament 灯丝组件，并在弹出的快捷菜单中选择“复制”命令，复制出一个灯丝组件，如图 10-68 所示。

02 然后将“材质”库中的点光（Point Light 6000 Lumen Warm）添加给其中一个灯丝组件，同样，再将“材质”库中的（自发光暖色）重新添加给另一根灯丝（自发光金属）组件，如图 10-69 所示。



图 10-68 复制灯丝组件

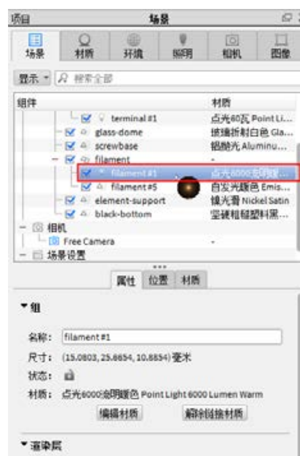


图 10-69 为组件重新添加点光材质

03 选中灯丝自发光暖色材质，单击“属性”选项卡下的“编辑材质”按钮，然后设置其“强度”为最大，如图 10-70 所示。



图 10-70 改变自发光暖色材质的光线强度

04 在“环境”面板下，将背景重新设置为“色彩”，这是因为希望将灯光的效果进一步显现出来，如图 10-71 所示。

05 在“照明”面板下，将预设值设置为“完全模拟”，此选项能真实地模拟出现实的灯光效果，如图 10-72 所示。



图 10-71　设置背景为色彩

06 在“图像”面板下，设置特效和亮度，如图 10-73 所示。

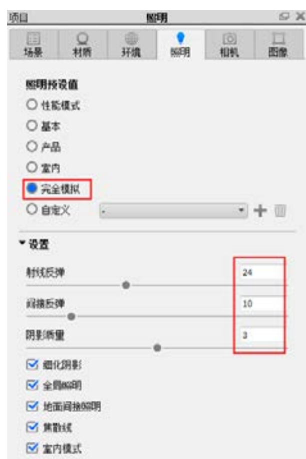


图 10-72　设置照明预设值



图 10-73　设置图像

07 在窗口左侧的“背景”库中调用 backplate-mottled-orange 背景到场景中，为发光效果增加光晕效果，如图 10-74 所示。

08 然后在右侧材质的“图形”组中选择“区域”复选框，并将背景图形限定在区域内，如图 10-75 所示。

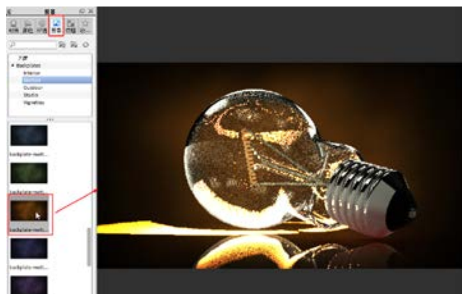


图 10-74　添加背景



图 10-75　限定渲染区域

5. 设置渲染参数

01 在窗口下方单击“渲染”按钮，弹出“渲染”对话框。输入图片名称，设置输出格式为 JPEG，文件保存路径为默认路径。其余选项保持默认设置，如图 10-76 所示。

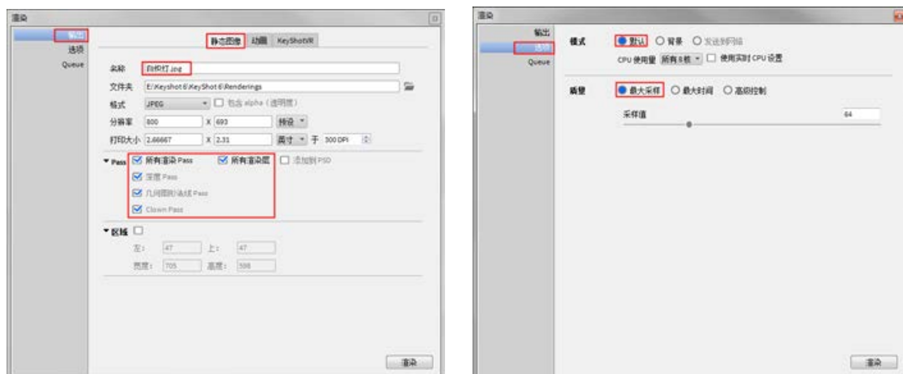


图 10-76　设置渲染输出参数

技巧点拨：

测试渲染有两种方式：第一种为视口硬件渲染（也就是实时渲染），即将视口最大化后等待 KeyShot 将视口内的文件慢慢渲染出来，随后单击“截屏”按钮，将视口内的图像截屏保存。第二种方式为在“渲染”对话框中单击“渲染”按钮，将图像渲染出来，这种方式较第一种效果更好，但渲染时间较长。

02 经过测试渲染，反复调节模型材质、环境等贴图参数，调整完毕后便可以进行模型的最终渲染出图。最终的渲染参数设置与测试渲染设置方法一样，不同的是根据效果图的需要可以将格式设置为 Tiff 并选择“包括 alpha 通道”复选框，这样能够为后期效果图修正提供极大的方便，同时将渲染品质设置为良好即可。

03 单击“渲染”按钮，即可渲染出最终的效果图，如图 10-77 所示。在新渲染窗口中需要单击“关闭”按钮，才能保存渲染结果。



图 10-77　最终渲染效果图



KeyShot 6.0 中设置了许多操作快捷键，这些快捷键与鼠标结合使用，能够大大提高软件的操作效率。主要的操作快捷键如表 10-1 所示。

表 10-1　KeyShot 快捷菜单

功　能	快　捷　键
模型比例缩放	Alt+鼠标右键
模型水平旋转	Shift+Alt +鼠标中键
模型自由式旋转	Shift +Alt+Ctrl+鼠标中键
模型水平移动	Shift +Alt+鼠标左键
模型垂直移动	Shift +Alt+Ctrl+鼠标左键
选择材质	Shift +鼠标左键
赋材质	shift+鼠标右键
旋转模型	鼠标左键
移动模型	鼠标中键
加载模型	Ctrl +I
打开 HDIR	Ctrl +E
打开背景图片	Ctrl+B
打开材质库	M
打开热键显示	K
实时显示控制	Shift +P
显示头信息	H
满屏模式	F

第 7 节　Creo工程师认证试题

渲染题

（1）加湿器渲染。

利用 KeyShot 6.0 对加湿器进行渲染，如图 10-78 所示。

（2）豆浆机渲染。

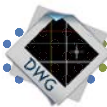
利用 KeyShot 6.0 对豆浆机进行渲染，如图 10-79 所示。



图 10-78　加湿器渲染

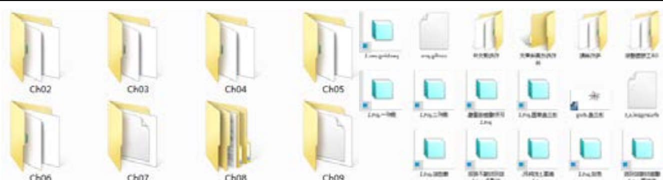


图 10-79　豆浆机渲染



超值附赠资源大收录

本书以扫二维码下载的形式提供了海量设计素材、模板、教学视频等实用资料，以及可以免费学习专家团队在“腾讯课堂”“网易云课堂”等大型在线教育平台的视频课程。

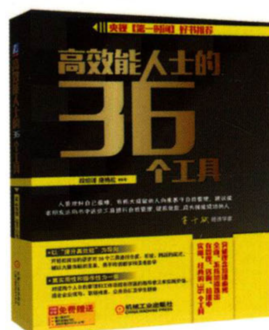
<table>
<tr><td colspan="2">一、“上机操作”文件</td></tr>
<tr><td>“上机操作”文件包含各章中“上机操作”及建模综合训练的源文件素材和操作结果文件。初学者可以参考操作结果文件的模型树，浏览其特征及父子关系，获得相关操作步骤参数。</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">二、“视频”文件</td></tr>
<tr><td>“视频”文件包含各章中所有软件功能讲解、上机操作案例和建模综合训练案例的全程演示视频。</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">三、“论坛网友精华帖问题解决”文件</td></tr>
<tr><td>“论坛网友精华帖问题解决”文件包括各章中“论坛网友精华贴疑难问题与解析”小节中所列问题的解决方案文件。</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">四、“附赠资料”文件</td></tr>
<tr><td>“附赠资料”文件中包含行业设计参考资料、认证考试题及答案、建模练习、标准件速查手册和快捷键命令设置等实用资料文件。</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">五、免费在线教育</td></tr>
<tr><td>免费提供“腾讯课堂”“网易云课堂”等大型在线教育平台的海量多媒体语音视频课程。</td><td></td></tr>
</table>

央视【第一时间】强力推荐

超多牛人大咖成就年度爆款

高效能即高产出或高产能。高效能人士则要兼顾产出和产能的平衡，是现代企业对人才需求的新标准。凡成大事者，无不是通过严格的自我管理才获得成功的。这里的自我管理也可理解为自我学习，只有这样才能形成良性的自我提升及可持续发展。

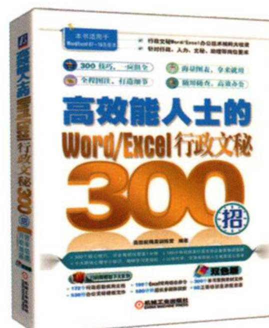
“高效能人士”系列丛书，完全针对职场工作和现实生活中的实际需求。根据不同行业、人群精炼出相应的方法、技巧和工具，从而解决实际工作中的困惑，在提高应用水平的同时还提升了工作效能。其中所列的方法、技巧、工具，对于管理者、培训学员还是职场人士都具有很大价值，帮助大家在职场和生活中充分挖掘自身潜力并提高效能。













在线互动交流平台

官方微博：http://weibo.com/cmpjsj
豆 瓣 网：http://site.douban.com/139085/
读者信箱：cmp_itbook@163.com

专家团队

青华模具学院

该学院为中国模具研究中心唯一授权的模具人才培训基地、中国模具工业协会授权模具人才培训基地、Sismens PLM Sofware（西门子）战略合作伙伴、西门子NX资格等级证书华南区唯一指定考点、英国Delcam（中国）PowerMILL华南区指定培训机构。开设产品设计、模具设计、数控编程及PowerMill编程等热门技术课程，为业界公认的模具技术服务及培训领先品牌。

设计之门在线教育

设计之门在线教育（盛博科技）由专业从事CAD/CAM/CAE技术研究、开发、咨询及产品设计与制造服务的一线专家团队组成。曾与数十家知名大学深度合作，共同策划并编写了工业设计十二五高校规划教材，以及3C领域一系列畅销产品。同时，还于部分企业、院校设培训点，开创了校企联合、产学结合、在线教育等新型教育模式。

超值附赠资源

以就业为导向： 青华模具学院联合设计之门在线教育，整合师资，提供多种个人认证及企业培训服务，直通行业人才库及就业服务。

腾讯课堂： 常年开设在线教学课程，同时开设录播教程，供购书读者免费学习（搜索机构“设计之门”）。

网易云课堂： 提供工业设计与制造领域的CAD/CAE/CAM类软件教学课程（搜索课程“设计之门”）。

论坛板块： 在国内知名的精诚网“Creo区”论坛板块常年免费解答各种技术求助并提供一线项目分享。

微信公众号： 在微信公众号平台中，提供各类前沿信息资讯、免费学习资料，以及相关技术解疑。


机械工业出版社计算机分社官方微信

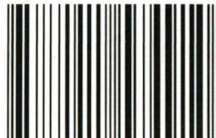
关注计算机分社官方微信，回复**57491**即可获取本书配套资源下载链接，并可获得更多增值服务和最新资讯。

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
金 书 网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版


机械工业出版社微信公众号


机工IT互联网工厂微信服务号

上架指导 计算机/辅助设计
ISBN 978-7-111-57491-0
策划编辑◎ 丁伦 /封面设计◎  子时文化 ZiShi Culture

ISBN 978-7-111-57491-0

定价：79.00元
（附赠海量资源，含教学视频）